

**WO 2004/083012 A1**



PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

(57) **Zusammenfassung:** Das erfindungsgemässe Verfahren betrifft ein Verfahren zur Ermittlung einer Reibwertgrösse ( $F_{\mu}$ ), die den zwischen Fahrbahn und Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwert repräsentiert. Zu diesem Zweck wird für wenigstens ein Fahrzeugrad eine Radschlupfgrösse ( $\lambda_{ij}$ ), die den an diesem Fahrzeugrad vorliegenden Radschlupf beschreibt, ermittelt. In Abhängigkeit dieser Radschlupfgrösse ( $\lambda_{ij}$ ) wird die Reibwertgrösse ( $F_{\mu}$ ) ermittelt. Hierzu werden während eines vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges zu verschiedenen, insbesondere aufeinanderfolgenden Zeitpunkten Radschlupfgrössen ( $\lambda_{ij}$ ) ermittelt. Für diese Radschlupfgrössen ( $\lambda_{ij}$ ) oder für in Abhängigkeit dieser Radschlupfgrössen ( $\lambda_{ij}$ ) ermittelter achsweiser Schlupfgrössen ( $\lambda_{VA}$  und  $\lambda_{HA}$ ) wird deren wertemässige Häufigkeitsverteilung ermittelt. Die Reibwertgrösse ( $F_{\mu}$ ) wird durch Auswerten dieser wertemässigen Häufigkeitsverteilung ermittelt.

Verfahren und Vorrichtung zur Ermittlung einer den zwischen  
Fahrbahn und Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwert  
repräsentierenden Reibwertgröße

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ermittlung einer Reibwertgröße, die den zwischen Fahrbahn und Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwert repräsentiert.

Solche Verfahren und Vorrichtungen sind aus dem Stand der Technik in vielerlei Modifikation bekannt.

In dem Dokument DE 37 05 983 A1 ist eine Einrichtung zum Überwachen des Ausnutzungsgrades des vorherrschenden Fahrbahnreibwertes beim Bremsen und/oder Beschleunigen eines Kraftfahrzeuges beschrieben. Hierzu weist die Einrichtung Sensoren zur Erfassung der Fahrzeugbeschleunigung und der Raddrehzahlen auf. Aus diesen Größen wird für mindestens ein Rad laufend der momentane Radschlupf ermittelt und eine Funktion gebildet, die die funktionelle Abhängigkeit des Radschlupfes von der Fahrzeugbeschleunigung wiedergibt. Die so ermittelte Funktion wird mit abgespeicherten Schlupfkennlinien verglichen, um die Schlupfkennlinie auszuwählen, die der Funktion am nächsten kommt und somit mit dem gerade vorherrschenden Fahrbahnzustand übereinstimmt. Anschließend wird das Verhältnis zwischen dem höchsten erfassten Beschleunigungswert und dem Maximum der Schlupfkennlinie gebildet. Dieses Verhältnis ist ein Maß dafür, wie weit entfernt sich die Räder vom Blo-

ckieren oder Durchdrehen befinden, d.h. wie groß der Ausnutzungsgrad des vorherrschenden Fahrbahnreibwertes ist.

Aus dem Dokument DE 44 35 448 A1 ist ein Verfahren zur permanenten Ermittlung des Fahrbahnreibwertes bekannt. Hierzu wird mittels eines mathematischen Reifenmodells, dem als Eingangsgrößen die für die einzelnen Räder ermittelten Größen Rad-schlupf und Schräglaufwinkel zugeführt werden, für die einzelnen Räder die Haftwertausnutzung in Fahrzeuglängsrichtung und die Haftwertausnutzung in Fahrzeugquerrichtung ermittelt. Aus diesen Haftwertausnutzungen wird die vorliegende Gesamthaftwertausnutzung ermittelt. In Abhängigkeit der ermittelten Fahrzeuglängsbeschleunigung und der ermittelten Fahrzeugquerbeschleunigung wird die Gesamtbeschleunigung des Fahrzeuges ermittelt. Die beiden Werte für die Gesamthaftwertausnutzung und die Gesamtbeschleunigung des Fahrzeuges werden dann zur Ermittlung des vorliegenden Fahrbahnreibwertes ins Verhältnis gesetzt.

Aus dem Dokument DE 43 00 048 A1 ist ein Verfahren zur Bestimmung der Kraftschluss-/Schlupfkennlinie bekannt. Hierzu wird im Fahrbetrieb des Fahrzeuges aus gemessenen Wertepaaren des Schlupfes und des bei gegebenem Schlupf ausgenutzten Kraftschlussbeiwertes auf den Verlauf der jeweiligen Reifenkennlinie im gesamten Kraftschlussbeiwert/Schlupf-Feld geschlossen. Die mit dem jeweiligen Wert des Bremsschlupfes verknüpfte Kraftschlussausnutzung wird rechnerisch in Abhängigkeit der gemessenen Bremsverzögerung des Fahrzeuges, des Hinterachslastanteils und der radstandsbezogenen Schwerpunktshöhe des Fahrzeuges ermittelt.

Aus der Japanischen Offenlegungsschrift JP 11248438 A ist ein Verfahren zur Ermittlung des Reibwertkoeffizienten bekannt, bei dem der Reibwertkoeffizient in Abhängigkeit des ermittel-

ten Radschlupfes und der Fahrzeugbeschleunigung ermittelt wird.

Ausgehend von dem bekannten Stand der Technik ergibt sich folgende Aufgabe für den Fachmann: Es soll ein schlupfbasiertes Verfahren bzw. eine entsprechende Vorrichtung zur Ermittlung einer Reibwertgröße, die den zwischen Fahrbahn und Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwert repräsentiert, geschaffen werden, das bzw. die im Vergleich zu den aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren bzw. Vorrichtungen mit einfacheren Mitteln, d.h. mit einem geringeren technischen Aufwand diese Ermittlung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 und durch die Merkmale des Anspruchs 29 gelöst.

Bei dem Verfahren zur Ermittlung einer Reibwertgröße, die den zwischen Fahrbahn und Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwert repräsentiert, wird für wenigstens ein Fahrzeugrad eine Radschlupfgröße, die den an diesem Fahrzeugrad vorliegenden Radschlupf beschreibt, ermittelt. In Abhängigkeit dieser Radschlupfgröße wird die Reibwertgröße ermittelt.

Erfindungsgemäß werden während eines vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges zu verschiedenen, insbesondere aufeinanderfolgenden Zeitpunkten Radschlupfgrößen ermittelt und für diese Radschlupfgrößen oder für in Abhängigkeit dieser Radschlupfgrößen ermittelter achsweiser Schlupfgrößen deren wertemäßige Häufigkeitsverteilung ermittelt. Zur Ermittlung der Reibwertgröße wird diese wertemäßigen Häufigkeitsverteilung ausgewertet.

Ein weiterer interessanter Aspekt ergibt sich durch die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens in einem Warnsystem,

welches mit Hilfe eines Navigationssystems den Straßenverlauf der vor dem Fahrzeug liegenden Strecke ermittelt und welches den Fahrer mit Hilfe einer Anzeigevorrichtung durch das Einblenden von Gefahrenstellen symbolisierenden Verkehrszeichen auf im Straßenverlauf befindliche Gefahrenstellen wie Kurven und/oder Kreisverkehre und/oder Kreuzungen hinweist.

Für die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind nachfolgend zwei Ausführungsformen angegeben.

Vorteilhafte Ausgestaltungen können der Beschreibung und der Zeichnung entnommen werden. Es sollen auch die vorteilhaften Ausgestaltungen einbezogen sein, die sich aus einer beliebigen Kombination der in den Unteransprüchen beschriebenen Gegenstände ergeben. Auch ist die vorteilhafte Kombination einzelner technischer Aspekte der beiden Ausführungsformen oder die Kombination beider Ausführungsformen als solche denkbar.

Die beiden Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung werden nachstehend anhand der Zeichnung näher beschrieben.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 für die erste Ausführungsform eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form eines Blockschaltbildes,
- Fig. 2 für die erste Ausführungsform ein Ablaufschema, welches das in der erfindungsgemäßen Vorrichtung ablaufende erfindungsgemäße Verfahren darstellt,
- Fig. 3 für die zweite Ausführungsform eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form eines Blockschaltbildes,

- Fig. 4 für die zweite Ausführungsform eine schematische Darstellung des Kerns der erfindungsgemäßen Vorrichtung in Form eines Blockschaltbildes,  
Fig. 5 für die zweite Ausführungsform ein Ablaufschema, welches das in der erfindungsgemäßen Vorrichtung ablaufende erfindungsgemäße Verfahren darstellt,  
Fig. 6a für die zweite Ausführungsform eine wertemäßige Häufigkeitsverteilung,  
Fig. 6b ein erstes bei der zweiten Ausführungsform angewendetes Entscheidungskriterium,  
Fig. 6c ein zweites bei der zweiten Ausführungsform angewendetes Entscheidungskriterium.

Im Folgenden wird beginnend mit Figur 1 die erste Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung beschrieben.

Block 101 stellt den Kern der erfindungsgemäßen Vorrichtung dar. In diesem Block 101 läuft das erfindungsgemäße Verfahren ab, welches in Figur 2 mit Hilfe eines Flussdiagramms dargestellt ist und welches weiter unten detailliert beschrieben wird.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden dem Block 101 verschiedene Eingangsgrößen zugeführt. Ausgehend von einem Block 102 werden dem Block 101 Radgeschwindigkeitsgrößen  $v_{ij}$ , die die Radgeschwindigkeiten der einzelnen Fahrzeugräder beschreiben, zugeführt. Dabei handelt es sich bei dem Block 102 um den einzelnen Fahrzeugrädern zugeordnete Raddrehzahlsensoren und um Umrechnungsmittel, mit denen die erfassten Raddrehzahlen in Radgeschwindigkeiten umgerechnet werden. Die Raddrehzahlsensoren und die Umrechnungsmittel können baulich getrennt ausgeführt sein, oder jeder Raddrehzahlsensor kann ein entsprechendes Umrechnungsmittel aufwei-

sen. Alternativ zu den Radgeschwindigkeitsgrößen  $v_{ij}$  können dem Block 101 ausgehend vom Block 102 auch Raddrehzahlgrößen  $n_{ij}$ , die die Raddrehzahlen der einzelnen Fahrzeugräder beschreiben, zugeführt werden. In diesem Fall findet die erforderliche Umrechnung im Block 101 statt und bei dem Block 102 handelt es sich um den einzelnen Fahrzeugrädern zugeordnete Raddrehzahlsensoren. Alternativ können die Radgeschwindigkeitsgrößen  $v_{ij}$  dem Block 101 auch ausgehend von im Fahrzeug enthaltenen Regelungs- und/oder Steuerungsvorrichtungen zur Verfügung gestellt werden. Bei diesen Regelungs- und/oder Steuerungsvorrichtungen kann es sich beispielsweise um Vorrichtungen zur Bremsschlupfregelung und/oder zur Antriebschlupfregelung und/oder zur Regelung der Gierrate, die auch als Gierwinkelgeschwindigkeit bezeichnet wird, des Fahrzeuges handeln. Die vorstehend im Zusammenhang mit den beiden Größen  $v_{ij}$  und  $n_{ij}$  verwendete Nomenklatur hat folgende Bedeutung: Der Index  $i$  gibt an, ob es sich um ein vorderes oder um ein hinteres Fahrzeugrad handelt. Der Index  $j$  gibt an, ob es sich um linkes oder um ein rechtes Fahrzeugrad handelt.

Ausgehend von einem Block 103 wird dem Block 101 eine Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_m$ , die die gefilterte Gierwinkelgeschwindigkeit beschreibt, zugeführt. In diesem Fall handelt es sich bei dem Block 103 um einen Gierwinkelgeschwindigkeitssensor und um ein entsprechendes Filtermittel. Dabei können der Gierwinkelgeschwindigkeitssensor und das Filtermittel eine bauliche Einheit bilden. Die beiden Komponenten können aber auch räumlich getrennt im Fahrzeug angeordnet sein. Alternativ kann dem Block 101 auch eine ungefilterte Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße zugeführt werden. In diesem Fall wird die erforderliche Filterung im Block 101 durchgeführt. Wie bereits im Zusammenhang mit Block 102 ausgeführt, kann auch die Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_m$  bzw. die ungefilterte Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße dem Block 101



von im Fahrzeug enthaltenen Regelungs- und/oder Steuerungsvorrichtungen, insbesondere von einer Vorrichtung zur Regelung der Gierwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeuges zur Verfügung gestellt werden.

Ferner wird dem Block 101 ein Signal BLS, welches von einem Bremslichtschalter 104 erzeugt wird und welches angibt, ob eine Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer vorliegt oder nicht, zugeführt.

Im Block 101 läuft das erfindungsgemäße Verfahren unter Verarbeitung der ihm zugeführten Eingangsgrößen  $v_{ij}$ ,  $\dot{\psi}_{fl}$  und BLS ab. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Reibwertgröße  $F_{\mu}$  ermittelt, die den zwischen Fahrbahn und Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwert repräsentiert. Dabei gibt die Reibwertgröße  $F_{\mu}$  nicht den Wert des Reibwertes wieder, sondern gibt lediglich an, ob es sich um eine griffige oder um eine glatte Fahrbahn handelt. D.h. mit der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  ist keine quantitative sondern lediglich eine qualitative Aussage bzgl. des Reibwertes möglich und zwar dahingehend, ob es sich um eine glatte oder um eine griffige Fahrbahn handelt. Wie der nachfolgend beschriebenen Hauptverwendung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  zu entnehmen ist, ist es bei dieser Hauptverwendung vollkommen ausreichend, eine qualitative Aussage über den zwischen Fahrbahn und Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwert treffen zu können.

Ausgehend vom Block 101 wird die Reibwertgröße  $F_{\mu}$  einem Block 105 zugeführt, bei dem es sich um eine Anzeigevorrichtung handelt, welche beispielsweise im Armaturenbrett, in diesem Fall ist die Anzeigevorrichtung in das Kombiinstrument integriert, oder in der Mittelkonsole des Fahrzeuges, in diesem Fall kann es sich um das Anzeigedisplay eines Navigationssystems handeln, eingebaut ist. Mit Hilfe dieser Anzeigevorrich-

tung kann dem Fahrer angezeigt werden, ob sich das Fahrzeug momentan auf einer Fahrbahn mit glatter oder griffiger Oberfläche befindet. Das Befahren einer glatten Fahrbahn kann dem Fahrer beispielsweise durch Einblenden einer Schneeflocke angezeigt werden. Der Fahrer kann sich somit beispielsweise bei einem Anfahrvorgang auf eine glatte Fahrbahn einstellen.

Der Block 105 bzw. die Anzeigevorrichtung 105 ist Teil eines im Fahrzeug enthaltenen Warnsystems. Auf die Darstellung eines solchen Warnsystems in Figur 1 wurde der Übersichtlichkeit halber verzichtet. Jedoch soll nachfolgend zum besseren Verständnis die Funktionalität eines solchen Warnsystems beschrieben werden.

Solch ein Warnsystem ermittelt mit Hilfe eines Navigationssystems den Straßenverlauf der vor dem Fahrzeug liegenden Strecke. Gefahrenstellen wie Kurven, Kreisverkehre, Kreuzungen etc. werden dem Fahrer in einer Anzeigevorrichtung, hierbei handelt es sich um den in Figur 1 dargestellten Block 105, durch das Einblenden eines die Gefahrenstelle symbolisierenden Verkehrszeichens angezeigt. Beispielsweise wird der Fahrer, wenn er auf eine Kurve zufährt und die Krümmung dieser Kurve ein bestimmtes Maß übersteigt, auf diese vor ihm liegende Kurve durch Einblendung eines entsprechenden Warnsymbols, in diesem Fall kann es sich beispielsweise um Pfeile handeln, in der Anzeigevorrichtung aufmerksam gemacht. Von solch einem Warnsystem sind zwei unterschiedliche Ausführungsformen denkbar. Bei einer ersten Ausführungsform erfolgt eine Warnung nur dann, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit einen der Gefahrenstelle entsprechenden Geschwindigkeitsschwellenwert überschreitet. Bei einer zweiten Ausführungsform erfolgt die Warnung und somit Einblendung der Information unabhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit.

Alternativ können dem Block 101 weitere Größen zugeführt werden, was durch die strichlinierte Darstellung der beiden Blöcke 107 und 108 angedeutet ist. Zum einen kann dem Block 101 ausgehend von einem Block 107 eine die Außentemperatur beschreibende Größe  $T_{\text{außen}}$  zugeführt werden. Zum anderen kann dem Block 101 ausgehend von einem Block 108 eine Größe  $F_{\text{Scheibenwischer}}$  zugeführt werden, die den Betrieb des Scheibenwischers repräsentiert. Diese beiden Größen sind für die Realisierung der Grundfunktion des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht zwingend erforderlich, wenn sie allerdings zur Verfügung stehen, dann kann durch deren Auswertung das erfindungsgemäße Verfahren verbessert werden. Auf die konkrete Berücksichtigung der beiden Größen  $T_{\text{außen}}$  und  $F_{\text{Scheibenwischer}}$  wird bei der Beschreibung der Figur 2 näher eingegangen.

In Figur 1 ist eine weitere Option dargestellt. Diese weitere Option betrifft die Ausgabe und Verwertung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$ . Ergänzend zu der Zuführung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  zu der Anzeigevorrichtung 105 kann die Reibwertgröße  $F_{\mu}$  auch verschiedenen im Fahrzeug enthaltenen Regelungs- und/oder Steuerungsvorrichtungen, die durch einen strichliniert dargestellten Block 106 repräsentiert werden, zugeführt werden. Die Information der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  kann in diesem Fall beispielsweise zur Modifizierung der Regelungs- und/oder Steuerungsalgorithmen der Regelungs- und/oder Steuerungsvorrichtungen verwendet werden. Als in Frage kommende Regelungs- und/oder Steuerungsvorrichtungen seien exemplarisch eine Bremsschlupfregelung und/oder eine Antriebsschlupfregelung und/oder eine Gierwinkelgeschwindigkeitsregelung und/oder eine Abstandsregelung genannt. Liegt den vorstehend aufgezählten Regelungs- und/oder Steuerungsvorrichtungen die Reibwertgröße  $F_{\mu}$  vor, dann können diese Vorrichtungen die übertragbaren Kräfte deutlich besser ausnutzen.

Außerdem kann auch in den vorstehend genannten Warnsystemen eine Verarbeitung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  erfolgen. Diese Verarbeitung führt dann dazu, dass beispielsweise bei einer glatten Fahrbahnoberfläche, d.h. bei niedrigem Reibwert, die Information für den Fahrer über Kurven, Kreuzungen, etc. früher ausgegeben wird.

Im Folgenden wird auf das in Figur 2 dargestellte erfindungsgemäße Verfahren, welches in dem in Figur 1 dargestellten Block 101 abläuft, eingegangen.

Das erfindungsgemäße Verfahren beginnt mit einem Schritt 201, an den sich ein Schritt 202 anschließt. In diesem Schritt 202 werden verschiedene Initialisierungen durchgeführt. So werden in diesem Schritt ein Zeitzähler  $t_{\text{Zähler}}$ , eine vorgegebene Anzahl von Schlupfklassenzählern  $\lambda_{\text{kZähler}}$  und ein Geschwindigkeitsänderungsgrößenzeiger  $a_{\text{Zeiger}}$  initialisiert. Auf die Bedeutung der einzelnen Zähler bzw. Zeiger wird bei der Beschreibung der nachfolgenden Schritte eingegangen.

An den Schritt 202 schließt sich ein Schritt 203 an, in welchem die dem Block 101 zuzuführenden Eingangsgrößen bereitgestellt werden. Im Einzelnen handelt es sich um die Radschwindigkeitsgrößen  $v_{ij}$  und/oder die Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{fl}$  und/oder um das Signal BLS.

In einem sich an den Schritt 203 anschließenden Schritt 204 wird eine Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  ermittelt, die die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit beschreibt. Denn um Radschlüpfе ermitteln zu können, benötigt man die tatsächliche Geschwindigkeit des Fahrzeuges über Grund.

Die im Folgenden beschriebene Methode zur Bestimmung der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  bezieht sich auf ein Fahrzeug mit

Heckantrieb. Bei einem Fahrzeug mit Frontantrieb oder Allradantrieb sind entsprechende Anpassungen erforderlich.

Damit die Ermittlung der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  möglichst genau wird, werden zwei Fälle unterschieden: der Antriebsfall und der Bremsfall. Die Unterscheidung dieser beiden Fälle erfolgt über das Signal BLS. Im Antriebsfall ist der Bremslichtschalter 104 nicht betätigt. Das von ihm erzeugte Signal weist beispielsweise den Wert 0 auf. Dagegen ist im Bremsfall der Bremslichtschalter 104 betätigt. Das von ihm erzeugte Signal weist beispielsweise den Wert 1 auf. D.h. die beiden Fälle Antriebsfall und Bremsfall werden mit Hilfe eines Signals, welches von einem Bremslichtschalter 104 erzeugt wird, unterschieden.

Im Antriebsfall wird die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  durch Mittelwertbildung der Radgeschwindigkeiten der beiden nicht angetriebenen Räder bestimmt. Bei einem Fahrzeug mit Heckantrieb somit durch Mittelwertbildung der Radgeschwindigkeiten  $v_{vj}$  der Vorderräder. Dabei werden zur Verbesserung der Ermittlung der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  die Radgeschwindigkeiten  $v_{vj}$  der Vorderräder auf die kleinere der Radgeschwindigkeiten  $v_{hj}$  der Hinterräder begrenzt. Der Grund für diese Begrenzung ist, dass im Antriebsfall ein nicht angetriebenes Rad nicht schneller sein kann als ein angetriebenes Rad.

Im Bremsfall wird die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  durch Mittelwertbildung der Radgeschwindigkeiten des schnellsten und des zweitschnellsten Rades bestimmt. Der Grund hierfür ist folgender: Im Bremsfall sollen die beiden stärker gebremsten und somit langsameren Räder bei der Ermittlung der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  nicht verwendet werden.

Zusätzlich kann bei der Ermittlung der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  eine Gradientenbegrenzung durchgeführt werden. Diese Gradientenbegrenzung ist wie folgt realisiert: Wie der Darstellung in Figur 2 zu entnehmen ist, handelt es sich bei dem dargestellten Verfahren um ein zyklisches Verfahren. Folglich wird, solange die Ermittlung der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  läuft, für aufeinanderfolgende Zeitschritte, die im Abstand der Zykluszeit auseinanderliegen, jeweils ein Wert für diese Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  ermittelt. Die Zykluszeit, die durch den Rechenzyklus des verwendeten Prozessors bestimmt wird, liegt typischerweise in der Größenordnung von ungefähr 10 bis 20 Millisekunden. Aufgrund dieses kleinen zeitlichen Abstandes zwischen den einzelnen Zeitschritten bzw. Zeitpunkten, zu denen die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  ermittelt wird, ist es nachvollziehbar, dass die Differenz der für diese aufeinanderfolgenden Zeitschritte ermittelten Werte der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  keinen beliebig großen Wert annehmen kann. Wird festgestellt, dass diese Differenz einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet, so wird für den nachfolgenden Zeitschritt der Wert der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  ausgehend von dem Wert der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$ , der für den vorhergehenden Zeitschritt vorlag unter Berücksichtigung eines Wertes für die Änderung der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$ , die innerhalb einer Zykluszeit maximal möglich ist, ermittelt. Diese Vorgehensweise stellt eine Begrenzung dar.

Die Zykluszeit gibt auch das Zeitraster vor, in dem beispielsweise im Block 101 die Werte der Eingangsgrößen eingelesen werden.

Eingangs der Ausführungen zur Ermittlung der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  wurde erwähnt, dass bei einem Fahrzeug mit Frontantrieb oder Allradantrieb entsprechende Anpassungen bei der Vorgehensweise der Ermittlung der Geschwindigkeitsgröße

$v_{ref}$  erforderlich sind. Wie den vorstehenden Ausführungen zu entnehmen ist, betreffen diese Anpassungen lediglich den Antriebsfall. Bei einem Fahrzeug mit Frontantrieb wird die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  durch Mittelwertbildung der Radgeschwindigkeiten  $v_{vj}$  der Hinterräder ermittelt.

In einem Schritt 205, der sich an den Schritt 204 anschließt, wird eine Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}$ , die das Beschleunigungs- und/oder Verzögerungsverhalten des Fahrzeuges beschreibt, ermittelt.

Hierzu wird zunächst aus der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  mittels nachfolgender Gleichung eine ungefilterte Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_x$  ermittelt:

$$a_x(t) = (v_{ref}(t) - v_{ref}(t-1))/T \quad (1).$$

Dabei stellt die Größe  $T$  die Zykluszeit dar, die wie bereits erwähnt typischerweise einen Wert von 10 bis 20 Millisekunden hat. Die Variable  $t$  bezeichnet den aktuellen Zeitschritt. Demzufolge bezeichnet  $t-1$  den vorhergehenden Zeitschritt. Gleichung (1) stellt einen Differenzenquotienten dar. Selbstverständlich kann die ungefilterte Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_x$  auch als mathematisch formulierte zeitliche Ableitung der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  ermittelt werden.

In einem weiteren Rechenschritt, der ebenfalls in dem in Figur 2 dargestellten Schritt 205 abläuft, wird durch eine fahrzeuggeschwindigkeitsänderungsabhängige Filterung aus der ungefilterten Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_x$  die Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}(t)$  unter Verwendung der Gleichung

$$a_{xFilt}(t) = (a_x(t-1) + a_x(t))/2 + df * a_x(t) \quad (2)$$

mit  $df = \max(0.1, \text{abs}((v_{\text{ref}}(t) - v_{\text{ref}}(t-1)) / v_{\text{ref}}(t)))$

ermittelt. Der Ausdruck  $\max$  bedeutet, dass von den beiden in der Klammer stehenden Werten der wertmäßig größere ausgewählt wird. Der Ausdruck  $\text{abs}$  bedeutet, dass der Betrag des geklammerten Ausdrucks gebildet wird.

Das durch die Gleichung (2) beschriebene Filter hat die Charakteristik eines Tiefpassfilters. Es handelt sich um eine Mittelwertbildung, die abhängig von der Geschwindigkeit des Fahrzeuges nachgeführt wird. Zusammengefasst kann festgehalten werden: Die Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{\text{xFilt}}$  wird in Abhängigkeit der Geschwindigkeitsgröße  $v_{\text{ref}}$  durch Bildung eines Differenzenquotienten oder einer zeitlichen Ableitung und anschließender Filterung gebildet, wobei durch die Filterung eine Mittelwertbildung realisiert wird, die in Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Fahrzeuges nachgeführt wird.

In einem Schritt 206, der auf den Schritt 205 folgt, wird ermittelt, ob eine Kurvenfahrt vorliegt oder nicht. Zu diesem Zweck wird die Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{\text{fl}}$  ausgewertet. Im vorliegenden Fall wird überprüft, ob der Wert der Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{\text{fl}}$  kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert ist. Der vorgegebene Schwellenwert kann beispielsweise in der Größenordnung von ungefähr 0.6 Grad/Sekunde liegen. Ist der Wert der Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{\text{fl}}$  kleiner als der vorgegebene Schwellenwert, was gleichbedeutend damit ist, dass keine merkliche Kurvenfahrt vorliegt, so kann die Ermittlung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  durchgeführt werden, weswegen anschließend an den Schritt 206 ein Schritt 207 ausgeführt wird. Ist dagegen der Wert der Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{\text{fl}}$  größer als der vorgegebene



Schwellenwert, was gleichbedeutend damit ist, dass eine merkliche Kurvenfahrt vorliegt, so kann die Ermittlung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  nicht durchgeführt werden. Aus diesem Grund wird ausgehend vom Schritt 206 auf den Schritt 202 zurückgesprungen.

Durch die im Schritt 206 stattfindende Abfrage wird sichergestellt, dass die Ermittlung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  ausschließlich bei Geradeausfahrt durchgeführt wird. Denn bei einer Kurvenfahrt liegen bedingt durch die Kurvenfahrt an den beiden Fahrzeugseiten unterschiedliche Schlupfwerte vor, die bei der Ermittlung der Reibwertgröße zu einer Verfälschung führen würden.

Allerdings kann auch für den Fall einer Kurvenfahrt eine Abschätzung des zwischen der Fahrbahn und dem Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwertes vorgenommen werden. Hierzu ist eine modifizierte Vorgehensweise erforderlich. So kann bei einer Kurvenfahrt auch im Freirollfall ein Regelungseingriff durch eine Gierwinkelgeschwindigkeitsregelung vorliegen. Um auch für diesen Fall zuverlässig auf Regeleingriff erkennen zu können, muss das Signal des Gierratensensors ausgewertet werden. Mit Hilfe der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  und der Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{fl}$  kann auch im Freirollfall der Mindestreibwert bestimmt, und somit die Reibwertschätzung verbessert werden. Hierzu wird in Abhängigkeit der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  und der Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{fl}$  ein Wert für die Längsbeschleunigung des Fahrzeuges ermittelt. Dieser wird beispielsweise durch Quotientenbildung mit der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}$  verglichen, woraus sich ein Mindestreibwert bestimmen lässt, der als Abschätzung des zwischen der Fahrbahn und dem Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwertes dient.

In dem bereits erwähnten Schritt 207 wird überprüft, ob der Betrag der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{x\text{Filt}}(t)$  größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist. Ist dies der Fall, so wird anschließend an den Schritt 207 ein Schritt 208 ausgeführt. Ist dies dagegen nicht der Fall, so wird anschließend an den Schritt ein noch zu beschreibender Schritt 213 ausgeführt.

In dem bereits erwähnten Schritt 208 wird der Zeitzähler  $t_{\text{Zähler}}$  inkrementiert. Dies kann beispielsweise entsprechend der Beziehung

$$t_{\text{Zähler}} = t_{\text{Zähler}} + T \quad (3)$$

erfolgen. D.h. der Zeitzähler  $t_{\text{Zähler}}$  wird bei jeder Abarbeitung des Schrittes 208 um den Wert der Zykluszeit  $T$  erhöht. Das im Schritt 208 vorgenommene Inkrementieren des Zeitzählers hat folgende Bedeutung: Durch die beiden in den Schritten 206 und 207 stattfindenden Abfragen wird festgestellt, ob ein vorgegebener Betriebszustand des Fahrzeuges vorliegt, in dem ausschließlich die Ermittlung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  vorgenommen wird. Dieser vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges ist durch die Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{\text{fl}}$  und/oder die Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{x\text{Filt}}(t)$  definiert. Bei diesem vorgegebenen Betriebszustand des Fahrzeuges handelt es sich um eine Geradeausfahrt, bei der eine Mindestbeschleunigung oder eine Mindestverzögerung des Fahrzeuges vorliegt. Durch das Inkrementieren des Zeitzählers im Schritt 208 soll dokumentiert werden, wie lange dieser vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges vorliegt.

Anschließend an den Schritt 208 wird ein Schritt 209 ausgeführt. In diesem Schritt 209 wird die gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren für die Ermittlung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  er-

forderliche Schlupfbeobachtung durchgeführt. Hierzu werden zunächst in bekannter Weise in Abhängigkeit der Radgeschwindigkeitsgrößen  $v_{ij}$  und der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  für die einzelnen Fahrzeugräder ermittelt.

Mit Blick auf die nachfolgenden Ausführungen sei daran erinnert, dass ein Fahrzeug mit einem Heckantrieb zu Grunde liegt, welches zwei Achsen aufweist. Bei einem Fahrzeug mit Vorderradantrieb oder bei einem Fahrzeug mit Allradantrieb sind bei den nachfolgenden Ausführungen entsprechende Änderungen bzw. Anpassungen vorzunehmen.

Ausgehend von den ermittelten Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  wird sowohl für die Vorderachse eine Schlupfgröße  $\lambda_{VA}$  als auch für die Hinterachse eine Schlupfgröße  $\lambda_{HA}$  ermittelt. Für die Vorderachse wird die Schlupfgröße  $\lambda_{VA}$  durch Mittelwertbildung aus den beiden Radschlupfgrößen  $\lambda_{vj}$ , d.h. den Radschlupfgrößen der beiden Vorderräder ermittelt. Entsprechendes gilt für die Schlupfgröße  $\lambda_{HA}$  der Hinterachse. Die beiden Schlupfgrößen  $\lambda_{VA}$  und  $\lambda_{HA}$  werden der weiteren Schlupfbeobachtung zugrundegelegt. Folglich wird die Schlupfbeobachtung achsweise durchgeführt. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Schlupfbeobachtung generell radindividuell, d.h. durch Auswertung der Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  vorgenommen wird. In diesem Fall erhält man dann für jedes der Fahrzeugräder eine entsprechende Aussage über den vorliegenden Reibwert.

Entsprechend der Ermittlung der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  wird auch bei der Schlupfbeobachtung zwischen dem Antriebsfall und dem Bremsfall unterschieden. Bei einem Fahrzeug mit Heckantrieb wird im Antriebsfall die für die Hinterachse ermittelte Schlupfgröße  $\lambda_{HA}$  ausgewertet. Wohingegen im Brems-

fall die für die Vorderachse ermittelte Schlupfgröße  $\lambda_{VA}$  ausgewertet wird.

Die eigentliche Schlupfbeobachtung läuft wie folgt ab: Mit Hilfe von Fahrversuchen wurde im Vorfeld ermittelt, welcher Wertebereich für die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  und somit die achsweisen Schlupfgrößen  $\lambda_{VA}$  und  $\lambda_{HA}$  zu erwarten ist. Der dabei ermittelte gesamte Wertebereich wurde in einzelne Schlupfklassen unterteilt. Dabei kann die Unterteilung bei kleinen Schlupfwerten feiner sein, d. h. bei kleinen Schlupfwerten ist die Intervalllänge der einzelnen Schlupfklasse kleiner. Wohingegen die Unterteilung zu größeren Schlupfwerten hin gröber werden kann, was bedeutet, dass bei größeren Schlupfwerten die Intervalllänge der einzelnen Schlupfklasse größer ist. Jeder der so ermittelten Schlupfklassen ist ein zugehöriger Schlupfklassenzähler  $\lambda_{kzähler}$  zugeordnet.

Wie bereits im Zusammenhang mit dem Schritt 204 ausgeführt, wird für jeden Zeitschritt des durch die Zykluszeit vorgegebenen Zeitrasters ein Wert für die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  ermittelt. Folglich liegen auch für jeden dieser Zeitschritte Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  und somit auch achsweise Schlupfgrößen  $\lambda_{VA}$  oder  $\lambda_{HA}$  vor.

Welche der beiden achsweisen Schlupfgrößen ausgewertet wird, hängt davon ab, ob ein Antriebsfall oder ein Bremsfall vorliegt. Die auszuwertende Schlupfgröße wird mit den Intervallgrenzen der einzelnen Schlupfklassen verglichen. Wenn festgestellt wird, dass der Wert der auszuwertenden Schlupfgröße innerhalb einer dieser Schlupfklassen liegt, dann wird der zu dieser Schlupfklasse zugehörige Schlupfklassenzähler  $\lambda_{kzähler}$  inkrementiert.

Wie der Darstellung in Figur 2 zu entnehmen ist, handelt es sich bei dem erfindungsgemäßen Verfahren um ein zyklisches Verfahren. Folglich wird der Schritt 209, unter der Voraussetzung, dass die Zeitbedingung des noch zu beschreibenden Schrittes 210 erfüllt ist, solange ausgeführt, wie die Bedingungen der Schritte 206 und 207 erfüllt sind. D.h. der Schritt 209 und somit die in ihm stattfindende Schlupfbeobachtung bzw. Klassifizierung der Schlupfgrößen wird während eines vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges für eine große Anzahl aufeinanderfolgender Zeitpunkte vorgenommen. Durch diese Klassifizierung bzw. Einsortierung der Schlupfgrößen in die einzelnen Schlupfklassen ergibt sich für die achsweisen Schlupfgrößen eine wertmäßige Häufigkeitsverteilung.

Zusammengefasst kann festgehalten werden: Jedes Mal wenn der Schritt 209 ausgeführt wird, wird eine achsweise Schlupfgröße  $\lambda_{VA}$  oder  $\lambda_{HA}$  ermittelt. Diese Schlupfgröße wird dann in Abhängigkeit ihres Wertes einer der Schlupfklassen zugeordnet. Dabei wird der zu dieser Schlupfklasse zugehörige Schlupfklassenzähler  $\lambda_{kZähler}$  inkrementiert. Dieser Ablauf wiederholt sich solange, wie die Bedingungen der Schritte 206 und 207 innerhalb des durch die im Schritt 210 enthaltene Abfrage definierten zeitlichen Rahmens erfüllt sind. Folglich ergibt sich durch diese Vorgehensweise eine wertmäßige Häufigkeitsverteilung für die Schlupfgrößen.

Alternativ zu der vorstehend beschriebenen achsweise durchgeführten Schlupfbeobachtung kann die Schlupfbeobachtung auch radindividuell durchgeführt werden. Dies hat den Vorteil, dass in diesem Fall beispielsweise auch sogenannte  $\mu$ -split-Situationen erkannt werden können. Zudem hat die radindividuell durchgeführte Schlupfbeobachtung den Vorteil, dass auch sehr kurze Regeleingriffe, wie sie beispielsweise von einer

Gierwinkelgeschwindigkeitsregelung durchgeführt werden, eindeutig erkannt werden können. Vor diesem Hintergrund könnte sich anbieten, bei Vorliegen solcher kurzer Regeleingriffe eine Umschaltung von der achsweisen auf die radindividuelle Schlupfbeobachtung vorzunehmen. Lange Regeleingriffe werden durch die achsweise Schlupfbeobachtung erfasst, weswegen bei Vorliegen solcher Regeleingriffe die Durchführung radindividueller Regeleingriffe nicht erforderlich ist.

Neben der vorstehend beschriebenen Schlupfbeobachtung wird im Schritt 209 auch der maximale Wert der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}(t)$  ermittelt. Hierzu wird bei jedem Aufruf des Schrittes 209 zunächst der aktuelle Wert der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}(t)$  ermittelt. Dieser aktuelle Wert der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}(t)$  wird mit dem Wert des Geschwindigkeitsänderungsgrößenzeigers  $a_{zeiger}$  verglichen. Wird bei diesem Vergleich festgestellt, dass der aktuelle Wert der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}(t)$  größer ist als der Wert des Geschwindigkeitsänderungsgrößenzeigers  $a_{zeiger}$ , dann wird der Wert des Geschwindigkeitsänderungsgrößenzeigers  $a_{zeiger}$  mit dem aktuellen Wert der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}(t)$  überschrieben. Ist dagegen der aktuelle Wert der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}(t)$  kleiner als der Wert des Geschwindigkeitsänderungsgrößenzeigers  $a_{zeiger}$ , dann ist eine Überschreibung nicht erforderlich.

An den Schritt 209 schließt sich der bereits vorstehend erwähnte Schritt 210 an. In diesem Schritt 210 wird mit Hilfe einer Abfrage überprüft, ob der Wert des Zeitzählers  $t_{zähler}$  größer als ein vorgegebener erster Zeitschwellenwert ist, der beispielsweise einer Zeitdauer von 10 Sekunden entspricht. Ist dies nicht der Fall, so wird ausgehend vom Schritt 210 zu dem Schritt 203 zurückgesprungen. Ist dagegen der Zeitzähler  $t_{zähler}$  größer als der vorgegebene erste Zeitschwellenwert, so

wird anschließend an den Schritt 210 ein Schritt 211 ausgeführt.

In dem Schritt 211 wird die Reibwertgröße  $F_{\mu}$  durch Auswertung der wertmäßigen Häufigkeitsverteilung und des maximalen Wertes der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{x\text{Filt}}(t)$  ermittelt.

Hierzu wird zunächst die prozentuale Verteilung der Schlupfgröße  $\lambda_{VA}$  oder  $\lambda_{HA}$  über die einzelnen Schlupfklassen ermittelt. Zu diesem Zweck wird die Summe über alle Schlupfklassenzähler gebildet und die einzelnen Schlupfklassenzähler durch diese Summe dividiert. Somit liegt zum einen der maximale Wert der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{x\text{Filt}}(t)$  und zum anderen die prozentuale Verteilung der Schlupfgröße  $\lambda_{VA}$  oder  $\lambda_{HA}$  über die einzelnen Schlupfklassen vor. Unter Berücksichtigung dieser beiden Parameter und unter Verwendung der nachfolgenden Tabelle wird dann die Reibwertgröße  $F_{\mu}$  ermittelt.

axfilt		Schlupfklasse																	
min	max	0.5% - 1%		1% - 1.5%		1.5% - 2%		2% - 2.5%		2.5% - 3%		3% - 4%		4% - 5%		5% - 6%		>6%	
[m/s <sup>2</sup> ]	[m/s <sup>2</sup> ]	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
griffig (trockener Asphalt)																			
-5.0	-3.0	a.1.1	a.1.2	a.1.3	a.1.4	a.1.5	a.1.6	a.1.7	a.1.8	a.1.9	a.1.10	a.1.11	a.1.12	a.1.13	a.1.14	a.1.15	a.1.16	a.1.17	a.1.18
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3.0	4.0	a.n.1	a.n.2	a.n.3	a.n.4	a.n.5	a.n.6	a.n.7	a.n.8	a.n.9	a.n.10	a.n.11	a.n.12	a.n.13	a.n.14	a.n.15	a.n.16	a.n.17	a.n.18
griffig (unebener Schnee)																			
1.0	1.5	b.1.1	b.1.2	b.1.3	b.1.4	b.1.5	b.1.6	b.1.7	b.1.8	b.1.9	b.1.10	b.1.11	b.1.12	b.1.13	b.1.14	b.1.15	b.1.16	b.1.17	b.1.18
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2.0	2.5	b.n.1	b.n.2	b.n.3	b.n.4	b.n.5	b.n.6	b.n.7	b.n.8	b.n.9	b.n.10	b.n.11	b.n.12	b.n.13	b.n.14	b.n.15	b.n.16	b.n.17	b.n.18
glatt (ebener Schnee)																			
-3.0	-2.5	c.1.1	c.1.2	c.1.3	c.1.4	c.1.5	c.1.6	c.1.7	c.1.8	c.1.9	c.1.10	c.1.11	c.1.12	c.1.13	c.1.14	c.1.15	c.1.16	c.1.17	c.1.18
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2.5	3.0	c.n.1	c.n.2	c.n.3	c.n.4	c.n.5	c.n.6	c.n.7	c.n.8	c.n.9	c.n.10	c.n.11	c.n.12	c.n.13	c.n.14	c.n.15	c.n.16	c.n.17	c.n.18
glatt (ABS/ASR/ESP-Regelung)																			
-5.0	5.0	d.1.1	d.1.2	d.1.3	d.1.4	d.1.5	d.1.6	d.1.7	d.1.8	d.1.9	d.1.10	d.1.11	d.1.12	d.1.13	d.1.14	d.1.15	d.1.16	d.1.17	d.1.18
-5.0	5.0	d.2.1	d.2.2	d.2.3	d.2.4	d.2.5	d.2.6	d.2.7	d.2.8	d.2.9	d.2.10	d.2.11	d.2.12	d.2.13	d.2.14	d.2.15	d.2.16	d.2.17	d.2.18

Tabelle: Prozentuale Schlupfverteilung bei unterschiedlichen Fahrzeug-Beschleunigungen bzw. Verzögerungen auf unterschiedlichen Fahrbahnoberflächen.

Vorstehende Tabelle hat folgenden Aufbau: Die Tabelle ist, abgesehen von der Kopfzeile, im wesentlichen in vier Zeilenkomplexe unterteilt. Zwei Zeilenkomplexe betreffen griffige Fahrbahnverhältnisse und zwei Zeilenkomplexe betreffen glatte Fahrbahnverhältnisse. Im einzelnen handelt es sich um folgende Zeilenkomplexe: Ein erster Zeilenkomplex beschreibt verschiedene griffige Fahrbahnverhältnisse bei trockenem Asphalt; ein zweiter Zeilenkomplex beschreibt verschiedene griffige Fahrbahnverhältnisse bei unebenem Schnee; ein dritter Zeilenkomplex beschreibt verschiedene glatte Fahrbahnverhältnisse bei ebenem Schnee und ein vierter Zeilenkomplex beschreibt Fahrsituationen, bei denen sich das Fahrzeug auf einer glatten Fahrbahn befindet und gleichzeitig kurze Reglereingriffe eines Bremsschlupfreglers (ABS) und/oder eines Antriebsschlupfreglers (ASR) und/oder eines Gierwinkelgeschwindigkeitsreglers (ESP) ablaufen.

Jede einzelne der zu den vier Zeilenkomplexen gehörende Zeile hat entsprechend der Kopfzeile der Tabelle folgenden Aufbau: In der ersten mit „axfilt“ überschriebenen Spalte ist jeweils ein Wertebereich für die Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{x-filt}(t)$  angegeben. Hierbei gilt folgende Zuordnung: Negative Werte repräsentieren eine Verzögerung des Fahrzeuges, positive Werte repräsentieren eine Beschleunigung des Fahrzeuges. Mit Hilfe der sich an diese Spalte anschließenden Spalten, die zusammengefasst mit „Schlupfklasse“ überschrieben sind, wird der erfahrungsgemäß zu erwartende Wertebereich der achsweisen Schlupfgrößen  $\lambda_{VA}$  oder  $\lambda_{HA}$  bzw. der Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  in einzelne Schlupfklassen unterteilt. Dem vorliegenden Ausführungsform liegt eine Unterteilung in 9 Schlupfklassen zu Grunde, was jedoch keine Einschränkung darstellen soll. Selbstverständlich kann dieser Wertebereich auch feiner oder gröber unterteilt werden.



Entsprechend der jeweils vorliegenden Fahrbahnverhältnisse, es wird entsprechend den oben genannten vier Zeilenkomplexen unterschieden, und entsprechend dem jeweils vorliegenden Wertebereich für die Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}(t)$ , ergibt sich eine für die achsweisen Schlupfgrößen  $\lambda_{VA}$  oder  $\lambda_{HA}$  bzw. die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  charakteristische Verteilung, eine sogenannte Häufigkeitsverteilung, bei der für jede der Schlupfklassen eine Häufigkeit angegeben werden kann. Diese Häufigkeitsverteilung lässt sich beispielsweise empirisch mit Hilfe von Fahrversuchen ermitteln. Die Häufigkeitsverteilung gibt an, wie die bei einer Fahrt des Fahrzeuges auf einer glatten oder griffigen Fahrbahn vorkommenden achsweisen Schlupfgrößen  $\lambda_{VA}$  oder  $\lambda_{HA}$  bzw. wie die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  üblicherweise, d.h. statistisch verteilt sind. Da die für die einzelnen Schlupfklassen ermittelten Häufigkeitswerte naturgemäß schwanken, sind für die einzelnen Schlupfklassen jeweils ein minimaler und ein maximaler Häufigkeitswert angegeben.

Die Anzahl der einzelnen zu einem Zeilenkomplex zusammengefassten Zeilen hängt davon ab, wie fein die Wertebereiche für die Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}(t)$  unterteilt sind.

Jede einzelne der in der Tabelle enthaltenen Zeilen beschreibt mit Hilfe der minimalen und maximalen Häufigkeitswerte eine für die jeweiligen Fahrbahnverhältnisse und den jeweiligen Wertebereich der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}(t)$  charakteristische Häufigkeitsverteilung für die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  bzw. für die achsweisen Schlupfgrößen  $\lambda_{VA}$  oder  $\lambda_{HA}$ .

Die Reibwertgröße  $F_\mu$  bzw. die der Reibwertgröße  $F_\mu$  zuzuweisende Information wird wie folgt ermittelt: Zunächst werden

durch Auswertung des maximalen Wertes der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{x\text{Filt}}(t)$  die in Frage kommenden Zeilen der Tabelle ermittelt. Hierzu wird überprüft, in welchem der in der ersten Spalte aufgeführten Intervalle dieser maximale Wert enthalten ist. Anschließend daran wird ermittelt, welche dieser in Frage kommenden Zeilen eine Verteilung aufweist, die mit der für die achsweisen Schlupfgrößen  $\lambda_{VA}$  oder  $\lambda_{HA}$  oder mit der für die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  ermittelten wertemäßigen Häufigkeitsverteilung übereinstimmt. Hierzu wird für jede der in Frage kommenden Zeile überprüft, ob für sämtliche der Schlupfklassenzähler  $\lambda_{k\text{Zähler}}$  der jeweils ihm zugeordnete prozentuale Wert in dem Intervall der jeweils zugehörigen Schlupfklasse enthalten ist. Gibt es eine Zeile, bei der für alle Schlupfklassen eine Übereinstimmung vorliegt, so bestimmt diese Zeile die der Reibwertgröße  $F_\mu$  zuzuweisende Information. Als Information wird der Reibwertgröße  $F_\mu$  je nach Ergebnis die Information „glatt“ oder „griffig“ zugewiesen, bzw. ein entsprechend codierter Signalwert.

Erhält man aufgrund der vorstehend beschriebenen Vorgehensweise einen Tabellentreffer, so hat man für die letzte Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsphase des Fahrzeuges den Zustand zwischen Reifen und Fahrbahn detektiert und kann entsprechend darauf reagieren.

Mit Hilfe der vorstehend beschriebenen Vorgehensweise kann für mehrere aufeinanderfolgende gleiche vorgegebene Betriebszustände des Fahrzeuges jeweils eine eigene Reibwertgröße ermittelt werden. D.h. es werden zeitlich gesehen nacheinander mehrere voneinander unabhängige Ermittlungen von Reibwertgrößen durchgeführt. Ausgehend von dieser Vorgehensweise lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren dadurch verbessern, dass aus mehreren solcher Reibwertgrößen ein Mittelwert gebildet wird.

An dieser Stelle sei noch darauf eingegangen, wie die vorstehende Tabelle generiert wird. In Messreihen wurden im Vorfeld durch Fahrversuche die charakteristischen prozentualen Schlupfklassenverteilungen für Beschleunigungs- und für Verzögerungsvorgänge auf griffiger und glatter Fahrbahnoberfläche empirisch ermittelt und als Tabelle für glatte Verhältnisse (Schneedecke) und für griffige Verhältnisse (trockener Asphalt) abgelegt.

Zur Erweiterung der Reibwertschätzung kann die vorstehende Tabelle mit charakteristischen Schlupfverteilungen für zusätzliche Fahrbahnoberflächen wie beispielsweise Schotter oder Sand und für zusätzliche Fahrbahnbeschaffenheiten, als Beispiel seien eine mit Laub bedeckte Fahrbahn oder Wasser auf der Fahrbahn genannt, erweitert werden. Entsprechend ist die Tabelle um weitere Zeilenkomplexe zu ergänzen.

Im Zusammenhang mit der vorstehenden Tabelle nehmen solche vorgegebenen Betriebszustände eines Fahrzeuges, bei denen es zu einem Regelungseingriff durch einen Bremsschlupfregler und/oder durch einen Antriebsschlupfregler und/oder durch einen Gierwinkelgeschwindigkeitsregler kommt, eine Sonderstellung ein. Liegen solche Regelungseingriffe vor, dann ist die Schlupfverteilung in Richtung der höheren Schlupfklassen verschoben. Aus diesem Grund weist die vorstehende Tabelle zwei entsprechende Zeilen auf, es handelt sich um die beiden Zeilen des vierten Zeilenkomplexes, denn in solch einem Betriebszustand ist die Erkennung des Reibwertes besonders einfach und eindeutig, da die wertemäßigen Häufigkeitsverteilungen der Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  bzw. der achsweisen Schlupfgrößen  $\lambda_{VA}$  oder  $\lambda_{HA}$  einen besonders hohen Anteil in den Schlupfklassen mit einem hohen Schlupfwert aufweisen. Zur Feststellung, ob ein Betriebszustand vorliegt, bei dem ein Regelungs-

eingriff durch einen Bremsschlupfregler und/oder durch einen Antriebsschlupfregler und/oder durch einen Gierwinkelgeschwindigkeitsregler vorgenommen wird, können entsprechende Flags, die anzeigen, ob diese Regler aktiv sind, bzw. entsprechende Signale zur Durchführung solcher Regelungseingriffe ausgeben, ausgewertet werden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde auf die Darstellung entsprechender Signale in Figur 1 verzichtet.

Anschließend an den Schritt 211 wird ein Schritt 212 ausgeführt, in dem die Weiterverarbeitung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  stattfindet. In erster Linie wird die Information der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  dem Fahrer mit Hilfe der in Figur 1 dargestellten Anzeigevorrichtung 105 dargestellt. D.h. dem Fahrer wird mitgeteilt, ob die momentan befahrene Straße eine griffige oder glatte Oberfläche aufweist. Außerdem kann die Reibwertgröße  $F_{\mu}$  anderen im Fahrzeug angeordneten Regelungs- und/oder Steuerungsvorrichtungen 106 zur Weiterverarbeitung zugeführt werden. Ausgehend vom Schritt 212 wird zu dem Schritt 202 zurückgesprungen.

Für den Fall, dass im Schritt 207 festgestellt wird, dass der Betrag der Geschwindigkeitsänderungsgröße  $a_{xFilt}(t)$  kleiner als der vorgegebene Schwellenwert ist, wird anschließend an den Schritt 207 der bereits erwähnte Schritt 213 ausgeführt. In diesem Schritt 213 wird mit Hilfe einer Abfrage überprüft, ob der Wert des Zeitzählers  $t_{Zähler}$  größer als ein vorgegebener zweiter Zeitschwellenwert ist, der beispielsweise einer Zeitdauer von 0.5 Sekunden entspricht. Ist dies nicht der Fall, so wird ausgehend vom Schritt 213 zu dem Schritt 202 zurückgesprungen. Ist dagegen der Zeitzähler  $t_{Zähler}$  größer als der zweite Zeitschwellenwert, so wird anschließend an den Schritt 213 der Schritt 211 ausgeführt.

Die beiden in den Schritten 210 und 213 durch Auswertung des Zeitzählers  $t_{\text{Zähler}}$  durchgeführten Zeitabfragen haben folgenden Hintergrund: Mit der Zeitabfrage des Schrittes 213 soll sichergestellt werden, dass die Ermittlung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  erst dann durchgeführt wird, wenn der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges eine vorgegebene Mindestdauer besteht und somit eine so große Anzahl von Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  ermittelt worden ist, dass die Ermittlung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  als verlässlich angesehen werden kann. Die im Schritt 210 enthaltene Zeitabfrage hat die Funktion, die Ermittlung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  bei Erreichen bzw. Überschreiten einer vorgegebenen Zeitdauer, deren Wert beispielsweise mit 10 Sekunden angesetzt werden kann, zu beenden. Hintergrund hierfür ist, dass ab einer gewissen Zeitdauer so viele Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  ermittelt worden sind, dass eine zusätzliche Ermittlung weiterer Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  keine Verbesserung in der Qualität der Ermittlung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  bringen würde.

Wie bereits im Zusammenhang mit Figur 1 angedeutet, können dem Block 101 zur Verbesserung der Ermittlung der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  weitere Größen zugeführt werden. Hierbei handelt es sich beispielsweise um eine die Außentemperatur beschreibende Größe  $T_{\text{außen}}$  und um eine Größe  $F_{\text{Scheibenwischer}}$ , die den Betrieb des Scheibenwischers repräsentiert. Stehen diese beiden Größen dem Block 101 als Eingangsgrößen zur Verfügung, so sind bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zwischen dem Schritt 201 und dem Schritt 202 zwei optionale Schritte zwischenzuschalten. Der Übersichtlichkeit halber wurde auf die Darstellung dieser beiden optionalen Schritte in Figur 2 verzichtet.

In einem ersten optionalen Schritt kann durch Auswertung der die Außentemperatur beschreibenden Größe  $T_{\text{außen}}$  überprüft werden, ob die Außentemperatur größer als ein vorgegebener Temperaturschwellenwert ist, der beispielsweise eine Außen-

temperatur von 15 Grad Celsius repräsentiert. Ist dies der Fall, so kann davon ausgegangen werden, dass eine griffige Fahrbahn vorliegt. In diesem Fall kann die Abarbeitung der Schritte 202 bis 213 entfallen, und der Größe  $F_{\mu}$  kann direkt ein Wert zugewiesen werden, der eine griffige Fahrbahnoberfläche repräsentiert.

Alternativ und/oder ergänzend zu diesem ersten optionalen Schritt kann ein zweiter optionaler Schritt eingefügt werden. In diesem zweiten optionalen Schritt kann durch Auswertung der die Außentemperatur beschreibenden Größe  $T_{\text{außen}}$  und der Größe  $F_{\text{Scheibenwischer}}$ , die den Betrieb des Scheibenwischers repräsentiert, überprüft werden, ob eine niedrige Außentemperatur vorliegt und gleichzeitig der Scheibenwischer in Betrieb ist. Ist dies der Fall, d.h. fällt Niederschlag und ist gleichzeitig die Temperatur niedrig, so kann davon ausgegangen werden, dass Fahrbahnverhältnisse mit niedrigem Reibwert vorliegen. Auch in diesem Fall kann die Abarbeitung der Schritte 202 bis 213 entfallen, und der Größe  $F_{\mu}$  kann direkt ein Wert zugewiesen werden, der eine glatte Fahrbahnoberfläche repräsentiert.

An dieser Stelle sei nochmals der Kern des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß der ersten Ausführungsform zusammengefasst: Bei diesem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Tatsache ausgenutzt, dass das Reifen-Schlupfverhalten bei griffiger bzw. glatter Fahrbahnoberfläche typischerweise unterschiedlich ist. Es wird somit der in einer  $\mu$ -Schlupfkurve dargestellte Zusammenhang ausgenutzt. Das Schlupfverhalten wird während eines vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges bestimmt. Bei diesem vorgegebenen Betriebszustand des Fahrzeuges handelt es sich um eine bei einer Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsphase des Fahrzeuges erfolgende Geradeausfahrt. Es handelt sich somit um einen durch eine Geschwindigkeitsände-

rungsgröße definierten Betriebszustand des Fahrzeuges. Grundsätzlich werden die achsweisen Schlupfgrößen  $\lambda_{VA}$  oder  $\lambda_{HA}$  nur während einer Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsphase von  $|a_{xFilt}| > 0,5 \text{ m/s}^2$  und einer minimalen Zeit von 0,5 s sowie einer maximalen Zeit von 10 s ermittelt. Während dieser Zeit wird in jedem Zyklus die Schlupfgröße errechnet, klassifiziert und die Anzahl des Auftretens in der entsprechenden Schlupfklasse gespeichert und der maximale Beschleunigungs- bzw. Verzögerungswert während der Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsphase bestimmt. Nach dem Ende der Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsphase wird die absolute Anzahl des Auftretens der Schlüpfen in eine prozentuale Verteilung der Schlüpfen über den Schlupf-Klassen berechnet. Anschließend werden die ermittelten Werte, d.h. die prozentualen Werte der Schlupfklassen und der maximale Beschleunigungs- bzw. Verzögerungswert geprüft, ob diese innerhalb eines bestimmten Bereiches liegen. Für die einzelnen Schlupfklassen und für die ermittelte Beschleunigung bzw. Verzögerung gibt es jeweils einen Bereich, der mittels eines minimal und eines maximal zulässigen Wertes eindeutig bestimmt ist. Ein Tabellentreffer ist dann gefunden, wenn alle Bereichsbedingungen einer Tabellenzeile erfüllt sind. Nach jeder Schlupfbeobachtungsphase wird die Tabelle vollständig durchlaufen, wodurch auch Tabellennachtreffer möglich sind.

Nachfolgend wird beginnend mit Figur 3 eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben. Entspricht dabei ein Block oder Schritt der zweiten Ausführungsform einem Block oder Schritt der ersten Ausführungsform, so ist dies nachfolgend vermerkt. Die Ausführungen zu dem Block oder Schritt der ersten Ausführungsform gelten in diesem Fall auch für den Block oder Schritt der zweiten Ausführungsform. Entsprechendes soll auch in die andere Richtung gelten.

Figur 3 zeigt in einer Übersicht eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei ein Block 301 den Kern dieser Vorrichtung darstellt. Der konkrete Aufbau dieses Blockes wird anhand von Figur 4 näher erläutert.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden dem Block 301 verschiedene Eingangsgrößen zugeführt. Ausgehend von einem Block 302 werden dem Block 301 Raddrehzahlgrößen  $n_{ij}$ , die die Raddrehzahlen der einzelnen Fahrzeugräder beschreiben, zugeführt. Dabei handelt es sich bei dem Block 302 um den einzelnen Fahrzeugrädern zugeordnete Raddrehzahlsensoren. Selbstverständlich ist auch die Vorgehensweise der ersten Ausführungsform denkbar, so dass dem Block 301 nicht die Raddrehzahlgrößen  $n_{ij}$ , sondern Radgeschwindigkeitsgrößen  $v_{ij}$  zugeführt werden. In diesem Fall würde der Block 302 dem Block 102 entsprechen. Ausgehend von einem Block 303 wird dem Block 301 eine Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_m$ , die die gefilterte Gierwinkelgeschwindigkeit beschreibt, zugeführt. Der Block 303 entspricht dem Block 103.

Ausgehend von einem Block 304 wird dem Block 301 eine Querb beschleunigungsgröße  $a_y$ , die die Querb beschleunigung des Fahrzeuges beschreibt, zugeführt. Sowohl der Block 304 als auch die Zuführung der Querb beschleunigungsgröße  $a_y$  ist strichliert dargestellt, was folgende Bedeutung hat: Die Querb beschleunigungsgröße  $a_y$  wird für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens nicht zwingend benötigt. Ob die Querb beschleunigungsgröße  $a_y$  benötigt wird, hängt davon ab, welche Art von Kurvenerkennung, auf diese wird im Zusammenhang mit Block 407 eingegangen, realisiert ist.

Ferner wird dem Block 301 ein von einem Bremslichtschalter 305 erzeugtes Signal BLS zugeführt. Hierbei handelt es sich



um ein logisches Signal, welches beispielsweise den Zustand TRUE einnimmt, wenn der Bremslichtschalter geschaltet ist und somit eine Betätigung des Bremspedals vorliegt und welches den Zustand FALSE einnimmt, wenn der Bremslichtschalter nicht geschaltet ist und somit keine Betätigung des Bremspedals vorliegt. Im Übrigen entspricht der Bremslichtschalter 305 dem Bremslichtschalter 104.

Ausgehend von einem Block 306 wird dem Block 301 eine Größe FEAAZ zugeführt, die eine Information über den Zustand von im Fahrzeug enthaltenen Regelungs- und/oder Steuerungsvorrichtungen enthält. D.h. diese Größe enthält eine Information darüber, ob eine bzw. welche dieser Regelungs- und/oder Steuerungsvorrichtungen aktiv ist und einen Regelungs- oder Steuerungseingriff durchführt. Bei diesen Vorrichtungen kann es sich beispielsweise um Vorrichtungen zur Bremsschlupfregelung und/oder zur Antriebsschlupfregelung und/oder zur Regelung der Gierwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeuges handeln.

Die Größe FEAAZ hat dabei, je nachdem, welche der vorstehend genannten Vorrichtungen aktiv ist, einen unterschiedlichen Informationsgehalt. Ist beispielsweise die Vorrichtung zur Bremsschlupfregelung aktiv, so enthält die Größe FEAAZ für jedes Fahrzeugrad eine Information darüber, ob an diesem Fahrzeugrad ein Bremsschlupf vorliegt oder nicht. Ist die Vorrichtung zur Antriebsschlupfregelung aktiv, so enthält die Größe FEAAZ für jedes Fahrzeugrad eine Information darüber, ob an diesem Fahrzeugrad ein Antriebsschlupf vorliegt oder nicht. In beiden Fällen wird die Information aus folgendem Grund radindividuell bereitgestellt: Sowohl bei einem Eingriff zur Bremsschlupfregelung als auch bei einem Eingriff zur Antriebsschlupfregelung liegen an einzelnen Fahrzeugrädern für einen längeren Zeitraum hohe Brems- bzw. Antriebschlupfwerte vor. Bei der Ermittlung der wertemäßigen Häufig-

keitsverteilung führt dies zu einer Verschiebung der radindividuell ermittelten wertemäßigen Häufigkeitsverteilungen hin zu betragsmäßig großen Schlupfwerten. Um solche verschobenen Häufigkeitsverteilungen richtig interpretieren zu können, wird die Information, an welchem Rad ein Brems- bzw. Antriebsschlupf vorliegt, ausgewertet. Zudem kann in solchen Situationen eine Plausibilisierung der ermittelten Reibwertgrößen mittels einer Abschätzung der übertragenen Kraft, die ein Maß für den ausgenutzten und somit real vorliegenden Reibwert darstellt, vorgenommen werden. Dies deshalb, weil auf Grund der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung, die einen hohen Radschlupf zeigt, der Eindruck entstehen könnte, dass eine rutschige Fahrbahn vorliegt. Wenn bei der Abschätzung der übertragenen Kraft herauskommt, dass ein hoher Reibwert vorliegt, dann kann keine rutschige sondern dann muss eine griffige Fahrbahn vorliegen. Auf Einzelheiten wird weiter unten eingegangen.

Ist dagegen die Vorrichtung zur Regelung der Gierwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeuges aktiv, so enthält die Größe FEAAZ lediglich eine pauschale Information darüber, ob an einem der Fahrzeugräder ein Bremseneingriff durchgeführt wird oder nicht. Diese pauschale Information ist aus folgendem Grund ausreichend: Ein im Rahmen der Regelung der Gierwinkelgeschwindigkeit durchgeführter Bremseneingriff bewirkt ein auf das Fahrzeug wirkendes Giermoment, um einen querdynamisch instabilen Zustand des Fahrzeuges, bei dem nicht unbeachtliche Querschlüpfе auftreten, zu stabilisieren. Da das vorliegende erfindungsgemäße Verfahren zur Ermittlung der Reibwertgröße auf der Auswertung des an den einzelnen Fahrzeugrädern vorliegenden Längsschlupfes basiert, würde die Berücksichtigung solcher Fahrsituationen bei der Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung zu einer Verfälschung des Ergebnisses, d.h. zu einer Verfälschung der ermittelten Reibwert-

größe führen. Deshalb wird dann, wenn durch die Größe FEAAZ angezeigt wird, dass ein Bremseneingriff einer Vorrichtung zur Regelung der Gierwinkelgeschwindigkeit vorliegt, die Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung für die Zeitdauer, während der dieser Eingriff vorliegt, unterbrochen. Gleichzeitig wird in solchen Fahrsituationen auf die Ausgabe des Symbols Schneeflocke verzichtet. Auf Einzelheiten wird weiter unten eingegangen.

Ausgehend von einem Block 307, bei dem es sich beispielsweise um einen Temperatursensor handelt und der dem Block 107 entspricht, wird dem Block 301 eine die Außentemperatur beschreibende Größe  $T_{\text{außen}}$  zugeführt. Des weiteren kann dem Block 301 optional, was durch die strichlinierte Darstellung angedeutet ist, ausgehend von einem Block 308, bei dem es sich beispielsweise um einen Regensensor handelt, eine Größe  $F_{\text{Regen}}$  zugeführt werden. Mit dieser Größe wird dem Block 301 mitgeteilt, ob sich Wasser, beispielsweise von einem Niederschlag oder einer nassen Fahrbahn (Spritzwasser) herrührend, auf der Windschutzscheibe befindet. Alternativ oder ergänzend kann dem Block 301 mit Hilfe dieser Größe eine Information über die Wischaktivität des Scheibenwischers mitgeteilt werden. Bei dieser Information kann es sich beispielsweise um die Anzahl der Wischvorgänge je Zeiteinheit handeln.

Außerdem kann dem Block 301 optional, was durch die strichlinierte Darstellung angedeutet ist, ausgehend von einem Block 309, der dem Block 108 entspricht, eine Größe  $F_{\text{Scheibenwischer}}$  zugeführt werden, die den Betriebszustand des Scheibenwischers repräsentiert. Die Größe  $F_{\text{Scheibenwischer}}$  kann verschiedene Informationen enthalten. Beispielsweise eine Information darüber, ob sich der Scheibenwischer im Intervallbetriebsmodus befindet, in Verbindung mit einem Regensensor ergibt sich ein Intervall-Wischen mit variabler Intervalllänge, und/oder eine

Information darüber, ob sich der Scheibenwischer außerhalb seiner Parkposition befindet, d.h. ob sich der Scheibenwischer gerade bewegt, und/oder eine Information darüber, ob der Fahrer die Wischwaschfunktion zum Reinigen einer verschmutzten Frontscheibe aktiviert hat, in diesem Fall kann auf Grund der Aktivität des Scheibenwischers nicht zwangsläufig auf eine nasse und somit rutschige Fahrbahn geschlossen werden.

Im Block 301 läuft das erfindungsgemäße Verfahren der zweiten Ausführungsform unter Verarbeitung der ihm zugeführten Eingangsgrößen ab. Mit diesem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine Reibwertgröße  $F_{\mu}$  ermittelt, die den zwischen Fahrbahn und Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwert repräsentiert. Entsprechend der ersten Ausführungsform wird ein Maß bestimmt, welches die Straßenverhältnisse in qualitativer Weise wiedergibt, in Form einer Unterscheidung, ob es sich um eine griffige oder rutschige, d.h. glatte Fahrbahn handelt.

Ausgehend vom Block 301 wird die Reibwertgröße  $F_{\mu}$  sowohl einem Block 310 als auch einem Block 311 zugeführt. Dabei soll die in Figur 3 gewählte Darstellung nicht in der Form einschränkend wirken, dass lediglich eine einzige Größe diesen beiden Blöcken zugeführt wird. Vielmehr soll diese Darstellung auch die Möglichkeit umfassen, dass die Reibwertgröße  $F_{\mu}$  sowohl eine für den Block 310 als auch eine für den Block 311 bestimmte Komponente enthält und somit sowohl dem Block 310 als auch dem Block 311 eine gesonderte Größe zugeführt wird. Bei dem Block 310 handelt es sich um ein bereits im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform beschriebenes Warnsystem, welches den Fahrer mit Hilfe einer Anzeigevorrichtung durch das Einblenden von Gefahrenstellen symbolisierenden Verkehrszeichen auf im Straßenverlauf befindliche Gefahrenstellen

hinweist. Die Anzeigevorrichtung wird in Figur 3 durch einen Block 311 repräsentiert, der dem Block 105 entspricht.

Mit Hilfe der Reibwertgröße  $F_\mu$  wird dem Warnsystem 310 die ermittelte Reibwertklasse mitgeteilt, d.h. ob es sich um eine glatte oder griffige Fahrbahn handelt. In diesem Zusammenhang kann die Reibwertgröße  $F_\mu$  im Einzelnen folgende Zustände annehmen und somit folgende Informationen enthalten: Es ist keine Reibwertinformation verfügbar, dieser Zustand wird insbesondere bei der Initialisierung der Reibwertermittlung eingenommen; es liegt ein hoher Reibwert und somit eine griffige Fahrbahn vor; es liegt ein niedriger Reibwert und somit eine rutschige oder nasse oder glatte Fahrbahn vor.

Durch die dem Warnsystem 310 mit Hilfe der Reibwertgröße  $F_\mu$  mitgeteilte Information wird die Arbeitsweise des Warnsystems beeinflusst, beispielsweise wird diese Information für die Umschaltung von Kennlinien oder den Zugriff, d.h. die Auswahl von reibwertabhängigen Parametern oder Kennfeldern verwendet. Dadurch kann bei einem Warnsystem, bei dem eine Warnung nur dann erfolgt, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit einen der Gefahrenstelle entsprechenden Geschwindigkeitsschwellenwert überschreitet, eine Absenkung des zu einer Fahrerinformation führenden Geschwindigkeitsschwellenwertes bei Straßenverhältnissen mit niedrigem Reibwert und somit eine frühzeitiger Information des Fahrers erreicht werden. Bei einem Warnsystem, bei dem die Einblendung der Information und somit die Warnung des Fahrers unabhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit erfolgt, kann diese Information bei einer glatten Fahrbahnoberfläche, d.h. bei einem niedrigen Reibwert früher ausgegeben werden. Insgesamt erfolgt also bei beiden Ausgestaltungen des Warnsystems eine frühzeitigere Warnung des Fahrers.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei dem Block 311 um eine in dem Warnsystem enthaltene Anzeigevorrichtung. Durch die der Anzeigevorrichtung 311 mit Hilfe der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  mitgeteilte Information wird die Anzeige eines Warnsymbols, bei dem es sich beispielsweise um eine Schneeflocke handeln kann und mit dem der Fahrer auf das Vorliegen eines niedrigen Reibwertes und somit auf eine rutschige oder glatte Fahrbahn aufmerksam gemacht werden soll, ausgelöst. Hierzu kann der Anzeigevorrichtung 311 entweder dieselbe Information wie dem Warnsystem 310, d.h. eine Information über die ermittelte Reibwertklasse zugeführt werden. Alternativ kann lediglich eine Anforderung zur Darstellung des Warnsymbols zugeführt werden. Als weitere Alternative wird der Anzeigevorrichtung 311 keine Größe bzw. kein Signal zugeführt. In diesem Fall wird die Ansteuerung der Anzeigevorrichtung 311 durch intern im Warnsystem 310 generierte Größen vorgenommen.

Nachfolgend wird die Funktionsweise des Blockes 301 anhand einer Figur 4 näher beschrieben. Mit Hilfe eines Blockes 401 werden ausgehend von dem ihm zugeführten Raddrehzahlgrößen  $n_{ij}$  Radgeschwindigkeitsgrößen  $v_{ij}$  ermittelt. Hierzu werden die Raddrehzahlen mit Hilfe eines Wertes für den Radumfang in Radgeschwindigkeiten umgerechnet. Die so ermittelten Radgeschwindigkeiten werden anschließend gefiltert und als Radgeschwindigkeitsgrößen  $v_{ij}$  an einen Block 402 und einen Block 403 ausgegeben. Sofern, wie bereits im Zusammenhang mit Figur 3 beschrieben, dem Block 301 anstelle der Raddrehzahlgrößen  $n_{ij}$  die Radgeschwindigkeitsgrößen  $v_{ij}$  zugeführt werden, ist der Block 401 in dieser Weise nicht erforderlich. In diesem Fall sind die Funktionen des Blocks 401 im Block 302 enthalten.

In dem Block 402 wird in Abhängigkeit der ihm zugeführten Radgeschwindigkeitsgrößen  $v_{ij}$  eine die Fahrzeugreferenzge-

schwindigkeit beschreibende Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  ermittelt. Bei der Ermittlung der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  wird entsprechend der ersten Ausführungsform zwischen einem Bremsfall und einem Antriebs- bzw. Freirollfall unterschieden. Diese Unterscheidung erfolgt mittels dem dem Block 402 zugeführten Signal BLS, wobei für das Signal BLS folgende Zuordnung gilt: Bei betätigtem Bremslichtschalter liegt ein Bremsfall und bei nicht betätigtem Bremslichtschalter liegt ein Antriebs- bzw. Freirollfall vor. Liegt der Bremsfall vor, so wird zunächst das Fahrzeugrad mit der größten Radgeschwindigkeit bestimmt. Aus dieser Radgeschwindigkeit wird mittels einer Filterung die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  ermittelt. Dabei soll durch die Filterung eine Begrenzung der zu ermittelnden Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  erreicht werden. Liegt dagegen der Antriebsfall vor, so wird die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  durch Bildung des Mittelwertes der Radgeschwindigkeiten der beiden nicht angetriebenen Räder ermittelt; bei einem Fahrzeug mit Heckantrieb somit aus den Radgeschwindigkeiten der beiden Vorderräder. Vorteilhafterweise wird bei der Ermittlung der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  eine Begrenzung derart vorgenommen, dass die zeitliche Änderung der Geschwindigkeitsgröße für zwei aufeinanderfolgende Zykluszeiten auf einen maximalen Wert begrenzt ist. Die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  wird einem Block 403, einem Block 406, einem Block 409 und optional, was durch die Strichlinierung dargestellt ist, einem Block 407 zugeführt.

In dem Block 403 werden in Abhängigkeit der ihm zugeführten Radgeschwindigkeitsgrößen  $v_{ij}$  und der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  für die Fahrzeugräder ermittelt. Auch bei der Ermittlung der Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  wird mit Hilfe des ebenfalls dem Block 403 zugeführten Signal BLS zwischen einem Bremsfall und einem Antriebsfall unterschieden.

Liegt ein Bremsfall vor, so werden die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  gemäß der Beziehung

$$\lambda_{ij} = (v_{ij} - v_{ref}) / v_{ref}$$

ermittelt. Liegt dagegen der Antriebsfall vor, so werden die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  gemäß der Beziehung

$$\lambda_{ij} = (v_{ij} - v_{ref}) / v_{ij}$$

ermittelt. Die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  werden einem noch zu beschreibenden Block 404 zur weiteren Verarbeitung zugeführt.

In dem Block 406 wird eine Stillstandserkennung durch Auswertung der ihm zugeführten Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  durchgeführt. Hierzu wird die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  mit einem vorgegebenen Schwellenwert, der beispielsweise in der Größenordnung von 3 m/s liegt, verglichen. Das Ergebnis dieser Auswertung wird mit Hilfe einer Größe  $F_{Still}$ , die einer logischen Variablen entspricht, einem noch zu beschreibenden Block 408 zugeführt. Für die Größe  $F_{Still}$  gilt dabei beispielsweise folgende Zuordnung: Unterschreitet die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  den Schwellenwert, so kann von einem nahezu stehenden Fahrzeug bzw. einem Fahrzeug im Stillstand ausgegangen werden, weshalb der Größe  $F_{Still}$  der Wert TRUE zugewiesen wird. Wird dagegen festgestellt, dass die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  größer als der Schwellenwert ist, so wird auf ein fahrendes Fahrzeug erkannt, und der Größe  $F_{Still}$  wird der Wert FALSE zugeordnet. Die Größe  $F_{Still}$  enthält somit eine Information darüber, ob das Fahrzeug nahezu steht bzw. ob sich das Fahrzeug im Stillstand befindet.

In einem Block 407 wird durch Auswertung der ihm zugeführten Größen eine Kurvenfahrterkennung durchgeführt. Das Ergebnis



der Kurvenfahrterkennung wird mit Hilfe einer Größe FKurve, die einer logischen Variable entspricht, dem Block 408 zugeführt. Die Größe FKurve enthält somit eine Information darüber, ob sich das Fahrzeug in einer Kurvenfahrt befindet oder nicht, bzw. ob das Fahrzeug eine Kurve durchfährt oder nicht. Für die Durchführung der Kurvenfahrterkennung bieten sich zwei alternative Ausgestaltungen an. Bei einer ersten Ausgestaltung werden zur Erkennung einer Kurvenfahrt die Querbeschleunigungsgröße  $a_y$  und die Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{fl}$  ausgewertet. Bei dieser ersten Ausgestaltung liegt eine Kurvenfahrt dann vor, wenn mindestens eine der beiden vorstehenden Größen einen jeweils zugehörigen Schwellenwert überschreitet. In diesem Fall wird der Größe FKurve der Wert TRUE zugewiesen. Wird dagegen festgestellt, dass sowohl die Querbeschleunigungsgröße  $a_y$  als auch die Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{fl}$  unterhalb dem jeweils zugehörigen Schwellenwert liegt, so wird auf eine Geradeausfahrt erkannt. In diesem Fall wird der Größe FKurve der Wert FALSE zugewiesen. Der Schwellenwert für die Querbeschleunigung liegt beispielsweise in der Größenordnung von  $2 \text{ m/s}^2$ . Der Schwellenwert für die Gierwinkelgeschwindigkeit liegt beispielsweise in der Größenordnung von  $10^\circ/\text{s}$ . Bei einer zweiten Ausgestaltung werden zur Erkennung einer Kurvenfahrt die Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{fl}$  und die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  ausgewertet. Hierzu wird folgende Relation, bei der ein in Abhängigkeit der Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{fl}$  und der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$ , unter Berücksichtigung der Spurbreite des Fahrzeuges  $FzgSpurbreite$  gebildeter Quotient mit einem Schwellenwert  $S1$  verglichen wird, ausgewertet:

$$\frac{|\dot{\psi}_{fl}| \cdot FzgSpurbreite}{2 \cdot v_{ref}} > S1.$$

Bei dieser Ausgestaltung liegt eine Kurvenfahrt dann vor, wenn vorstehende Relation erfüllt ist, d.h. wenn besagter Quotient größer als der Schwellenwert  $S1$  ist, und die Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  größer als ein zugehöriger Schwellenwert, der beispielsweise den Wert Null aufweist. In diesem Fall wird der Größe  $FKurve$  der Wert TRUE zugewiesen. Andernfalls liegt keine Kurvenfahrt vor, weswegen der Größe  $FKurve$  der Wert FALSE zugewiesen wird.

Bei der vorstehenden Relation stellt der Quotient ein Maß für den Radius der vom Fahrzeug durchfahrenen Kurve dar. Der Schwellenwert  $S1$  entspricht einem Vielfachen der Intervalllänge der Schlupfklassen, in die der der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung zu Grunde liegende betrachtete Schlupfbereich unterteilt ist. Der Vergleich des Quotienten erfolgt deshalb mit einem Vielfachen der Intervalllänge, da eine merkliche Kurvenfahrt, wie sie beispielsweise bei einem Wendemanöver vorliegt, zu unterschiedlichen Radschlüpfen an den beiden Fahrzeugseiten führt, was sich in einer Verschiebung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung für die linken bzw. rechten Fahrzeugräder bemerkbar macht. Der Schwellenwert  $S1$  ist somit ein Maß für die auf Grund einer Kurvenfahrt erfolgenden Verschiebung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung.

Die alternative Ausgestaltung der Kurvenfahrterkennung ist in Figur 4 dadurch angedeutet, dass die Zuführung sowohl der Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  als auch der Querbeschleunigungsgröße  $a_y$  zu dem Block 407 strichliniert dargestellt ist.

In dem bereits erwähnten Block 408 wird anhand der ihm zugeführten Größen  $FStill$  und  $FKurve$  festgestellt, ob ein vorgegebener Betriebszustand des Fahrzeuges, bei dem die Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung durchgeführt wird, vorliegt. Das Ergebnis dieser Auswertung wird vom Block

408 mit Hilfe einer Größe FKlass ausgegeben. Wird bei der Auswertung der beiden Größen FStill und FKurve festgestellt, dass mindestens eine dieser beiden Größen den Wert TRUE aufweist, so wird die Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung nicht durchgeführt. Mit anderen Worten: Befindet sich das Fahrzeug nahezu im Stillstand oder fährt das Fahrzeug eine Kurve, insbesondere eine merkliche Kurve, so wird die wertemäßige Häufigkeitsverteilung nicht ermittelt. In diesem Fall wird der Größe FKlass beispielsweise der Wert FALSE zugewiesen. Andererseits bedeutet dies, wenn sich das Fahrzeug weder nahezu im Stillstand befindet, noch eine Kurve fährt, wird die Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung durchgeführt. Anders formuliert: Bei einer Fahrt mit einer gewissen Mindestgeschwindigkeit, die im wesentlichen geradeaus verläuft, wird die Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung durchgeführt. In diesem Fall wird der Größe FKlass beispielsweise der Wert TRUE zugewiesen. Fahrsituationen, bei denen sich das Fahrzeug nahezu im Stillstand befindet oder eine merkliche Kurve durchfährt, werden deshalb ausgeblendet, weil es sich hierbei, was den Radschlupf angeht, um hochdynamische Vorgänge handelt, bei denen eine Ermittlung der Reibwertgröße mittels Auswertung einer wertemäßigen Häufigkeitsverteilung keine zuverlässigen, d.h. brauchbaren Ergebnisse liefert.

Das Ergebnis der im Block 408 durchgeführten Auswertung wird einem der drei Blöcke 403 oder 404 oder 405 zugeführt. Dies ist in Figur 4 durch Zuführung der Größe FKlass auf einen strichlinierten Block, in dem die drei Blöcke 403, 404 und 410 zusammengefasst sind, angedeutet. Dadurch ist es möglich, den Arbeitsablauf von wenigstens einem dieser drei Blöcke zu beeinflussen, und somit auf verschiedene Art und Weise in die Ermittlung oder Auswertung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung einzugreifen bzw. diese zu unterbinden.

In dem bereits erwähnten Block 404 wird eine Klassifizierung der ihm zugeführten Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  durchgeführt, d.h. für die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  wird deren wertemäßige Häufigkeitsverteilung ermittelt. Das Ergebnis dieser Klassifizierung, d.h. die für die einzelnen Fahrzeugräder ermittelten wertemäßigen Häufigkeitsverteilungen werden dem bereits erwähnten Block 405 in Form der Größen  $\lambda_{ktabij}$  zugeführt. In dem Block 405 werden die ihm für die einzelnen Fahrzeugräder zugeführten wertemäßigen Häufigkeitsverteilungen ausgewertet, wodurch für jedes der Fahrzeugräder eine Radreibwertgröße  $F_{\mu i}$  ermittelt wird. Das Ergebnis dieser Auswertung wird einem noch zu beschreibenden Block 411 in Form der Radreibwertgrößen  $F_{\mu ij}$  zur weiteren Verarbeitung zugeführt. Auf die Einzelheiten der in den Blöcken 404, 405 und 411 stattfindenden Arbeitsabläufe wird im Zusammenhang mit der Figur 5 ausführlich eingegangen. Dem strichlinierten Block, in dem die drei Blöcke 403, 404 und 405 zusammengefasst sind, wird die Größe  $FEAAZ$  zugeführt. Zeigt diese Größe an, dass ein Bremseneingriff der Vorrichtung zur Regelung der Gierwinkelgeschwindigkeit vorliegt, so wird die in dem Block 404 stattfindende Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung solange ausgeblendet, wie besagter Bremseneingriff andauert. Alternativ kann auch die im Block 405 stattfindende Auswertung ausgesetzt werden.

In dem bereits erwähnten Block 409 wird in Abhängigkeit der ihm zugeführten Geschwindigkeitsgröße  $v_{ref}$  eine die Längsbeschleunigung des Fahrzeuges beschreibende Längsbeschleunigungsgröße  $a_x$  ermittelt. Dies kann beispielsweise durch Bildung einer zeitlichen Ableitung oder durch geeignete Filterung erfolgen. Die Längsbeschleunigungsgröße  $a_x$  wird einem Block 410 zugeführt.

In dem Block 410 erfolgt eine Abschätzung der Kraftübertragung. Allgemein formuliert wird bei dieser Abschätzung die auf das Fahrzeug wirkende Beschleunigung, insbesondere die auf das Fahrzeug wirkende Längsbeschleunigung, in Bezug zur Gravitationskonstante gesetzt, wodurch sich ein Maß für den in der jeweiligen Fahrsituation ausgenutzten Reibwert bestimmen lässt. Bzgl. der konkreten Realisierung dieser Abschätzung der Kraftübertragung sind zwei Ausgestaltungen denkbar. Bei einer ersten Ausgestaltung werden bei der Abschätzung der Kraftübertragung mit Hilfe des dem Block 410 zugeführten Signals BLS zwei Fahrzustände des Fahrzeuges unterschieden, der Bremsfall und der Antriebs- bzw. Freirollfall. Im Bremsfall ergibt sich der geschätzte Wert für den Reibwert sowohl für die Vorderachse als auch für die Hinterachse aus der vorliegenden realen Fahrzeugbeschleunigung bzw. -verzögerung, der Gravitationskonstanten  $g$  und einer den Rollwiderstandswert einer durchschnittlichen Asphaltbahn repräsentierenden Größe MUE\_ROLL. Der geschätzte Wert für den Reibwert ergibt sich beispielsweise gemäß der Beziehung

$$\mu_{\text{PlausVA}} = \mu_{\text{PlausHA}} = |a_x| / (g * \text{MUE\_ROLL}).$$

Im Antriebs- bzw. Freirollfall wird bei der Abschätzung der Kraftübertragung zwischen der Vorderachse und der Hinterachse unterschieden. Für die Vorderachse entspricht der geschätzte Wert  $\mu_{\text{PlausVA}}$  für den Reibwert dem Wert MUE\_ROLL, während sich der geschätzte Wert  $\mu_{\text{PlausHA}}$  für den Reibwert an der Hinterachse gemäß einer Beziehung

$$\mu_{\text{PlausHA}} = (F_{\text{Luft}} + F_{\text{Roll}} + F_{\text{Antrieb}}) / (a * m * g)$$

ergibt. D.h. es wird die auf das Fahrzeug wirkende Längsbeschleunigung in Bezug zu der Gravitationskonstante  $g$  gesetzt, wobei durch den Faktor  $a$  der auf Grund der konstruktiv be-

dingten Achslastverteilung auf die Hinterachse entfallende Anteil berücksichtigt ist. In die Bestimmung der auf das Fahrzeug wirkenden Beschleunigung geht beispielsweise die in der jeweiligen Fahrsituation vorliegende, von einem Motoreingriff herrührende Fahrzeugbeschleunigung oder von einem Bremseneingriff herrührende Fahrzeugverzögerung, sowie ein vom Luftwiderstand und/oder vom Rollwiderstand herrührender Verzögerungsanteil ein. Die beiden Größen  $\mu\text{PlausVA}$  und  $\mu\text{PlausHA}$  werden dem Block 411 zugeführt.

In einer zweiten Ausgestaltung wird eine Abschätzung der Kraftübertragung vorgeschlagen, die mit einem geringeren Rechenaufwand realisiert ist. Bei dieser zweiten Ausgestaltung wird nicht zwischen einem Brems- und einem Antriebsfall unterschieden, auch wird keine gesonderte Betrachtung für die Vorderachse und die Hinterachse angestellt. In diesem Fall erfolgt die Abschätzung der Kraftübertragung beispielsweise mit Hilfe des folgenden Quotienten:

$$\mu\text{Plaus} = (F_{\text{Luft}} + F_{\text{Roll}} + F_{\text{Antrieb}}) / (m * g),$$

wobei die Größe  $\mu\text{Plaus}$  das Maß für den in der vorliegenden Fahrsituation ausgenutzten Reibwert darstellt. Die Größe  $\mu\text{Plaus}$  wird ausgehend vom Block 410 dem Block 411 zugeführt. Da diese zweite Ausgestaltung weniger präzise als die erste Ausgestaltung ist, wird die zweite Ausgestaltung hier lediglich erwähnt, während auf sie im weiteren Verlauf nicht mehr eingegangen wird. Deshalb wurde auch auf die Eintragung der Größe  $\mu\text{Plaus}$  in Figur 4 verzichtet.

Zusätzlich zu der Größen  $\mu\text{PlausVA}$  und  $\mu\text{PlausHA}$  werden dem Block 411 weitere Größen zugeführt. Hierbei handelt es sich um die bereits im Zusammenhang mit Figur 3 beschriebenen Größen  $F_{\text{EAAZ}}$  und  $T_{\text{außen}}$ , sowie um die optional zugeführten Größen

$F_{\text{Regen}}$  und  $F_{\text{Scheibenwischer}}$ . Außerdem wird dem Block 411 das Signal BLS zugeführt. Im Block 411 werden die Radreibwertgrößen  $F_{pij}$  mit Hilfe der vorstehend genannten Größen auf Plausibilität hin überprüft und ausgehend von dem dabei erhaltenen Ergebnis die Reibwertgröße  $F_p$  ermittelt. Bei dieser Plausibilitätsüberprüfung können weitere Bedingungen, die beispielsweise in Abhängigkeit der vom Fahrzeug zurückgelegten Wegstrecke oder über die Zeitdauer, die ein vorgegebener Zustand vorliegt, berücksichtigt werden.

Nachfolgend wird mit Hilfe der Figur 5 das erfindungsgemäße Verfahren, welches im Block 301 der erfindungsgemäßen Vorrichtung der zweiten Ausführungsform abläuft, beschrieben. Insbesondere wird dabei auf die Arbeitsweise der Blöcke 404, 405 und 411 eingegangen. Dieses erfindungsgemäße Verfahren beginnt mit einem Schritt 501, an den sich ein Schritt 502 anschließt, in welchem verschiedene Größen initialisiert werden. Zum einen werden noch zu beschreibende Schlupfklassenzähler  $\lambda_{ktabij}$  initialisiert. Zum anderen werden eine Zwischengröße  $F_{p\_Plaus}$  sowie die Radreibwertgrößen  $F_{pij}$  und die Reibwertgröße  $F_p$  initialisiert. Sowohl der Zwischengröße  $F_{p\_Plaus}$ , als auch den Radreibwertgrößen  $F_{pij}$  und der Reibwertgröße  $F_p$  werden jeweils solche Werte zugewiesen, die dafür stehen, dass derzeit keine Reibwertinformation verfügbar ist. Für den Fall, dass die Reibwertgröße  $F_p$  sowohl eine für den Block 310 als auch eine für den Block 311 bestimmte Komponente enthält, werden diese beiden Komponenten entsprechend den Ausführungen zu der Reibwertgröße  $F_p$  ebenfalls initialisiert.

An den Schritt 502 schließt sich ein Schritt 503 an, in welchem die dem Block 301 zuzuführenden Eingangsgrößen bereitgestellt werden. Im Einzelnen handelt es sich um die Raddrehzahlgrößen  $n_{ij}$ , die Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße  $\dot{\psi}_{fl}$ , die

optional verarbeitet Querbeschleunigungsgröße  $a_y$ , das Signal BLS, die Größe FEAAZ, die Größe  $T_{\text{außen}}$ , sowie die beiden optional verarbeiteten Größen  $F_{\text{Regen}}$  bzw.  $F_{\text{Scheibenwischer}}$ . Dabei kann vorgesehen sein, dass die Größen  $T_{\text{außen}}$ ,  $F_{\text{Regen}}$  und  $F_{\text{Scheibenwischer}}$  nicht bei jedem Durchlauf des Schrittes 503 in aktualisierte Form vorliegen, sondern ein aktualisierter Wert beispielsweise nur bei jedem zehnten Durchlauf bereitgestellt wird. Dies ist gerechtfertigt, da sich beispielsweise die Außentemperatur nur langsam ändert.

In einem sich anschließenden Schritt 504 werden verschiedene Größen ermittelt. Es handelt sich hierbei um die im Block 401 ermittelten Radgeschwindigkeitsgrößen  $v_{ij}$ , die im Block 402 ermittelte Geschwindigkeitsgröße  $v_{\text{ref}}$ , die im Block 406 ermittelte Größe  $F_{\text{Still}}$ , die im Block 407 ermittelte Größe  $F_{\text{Kurve}}$  sowie die im Block 409 ermittelte Längsbeschleunigungsgröße  $a_x$ . In einem sich an den Schritt 504 anschließenden Schritt 505 werden die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  ermittelt.

An den Schritt 505 schließt sich ein Schritt 506 an, in dem ermittelt wird, ob der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges vorliegt. Hierzu wird die im Zusammenhang mit dem Block 408 beschriebene Auswertung der beiden Größen  $F_{\text{Still}}$  und  $F_{\text{Kurve}}$  vorgenommen. Wird im Schritt 506 festgestellt, dass sich das Fahrzeug in dem vorgegebenen Betriebszustand befindet, in diesem Fall liegt eine Fahrt mit einer Mindestgeschwindigkeit, die im wesentlichen geradeaus verläuft, vor, weswegen die wertemäßige Häufigkeitsverteilung für die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  ermittelt werden kann, so wird anschließend an den Schritt 506 ein Schritt 507 ausgeführt. Wird dagegen im Schritt 506 festgestellt, dass der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges nicht vorliegt, in diesem Fall befindet sich das Fahrzeug nahezu im Stillstand oder das Fahrzeug fährt eine Kurve, insbesondere eine merkbliche Kurve, kann die



wertemäßige Häufigkeitsverteilung für die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  nicht ermittelt werden, weswegen anschließend an den Schritt 506 erneut der Schritt 503 ausgeführt wird. Die mit Hilfe des Schrittes 506 realisierte Verzweigung stellt sicher, dass solange der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges nicht vorliegt, die Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung nicht durchgeführt wird, die hierfür benötigten Größen, insbesondere die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  dennoch bereitgestellt werden.

Alternativ zu der in Figur 5 dargestellten Abfolge der beiden Schritte 505 und 506, kann sich der Schritt 505 auch an den Schritt 506 anschließen. Dies würde bedeuten, dass die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  ausschließlich dann ermittelt werden, wenn der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges vorliegt. Wohingegen auf Grund der in Figur 5 gezeigten Anordnung der beiden Schritte 505 und 506 die Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  sowohl dann ermittelt werden, wenn der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges vorliegt, als auch dann, wenn dieser nicht vorliegt.

In dem bereits erwähnten Schritt 507 wird die wertemäßige Häufigkeitsverteilung der Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  ermittelt. Dabei wird für jedes der Fahrzeugräder eine eigene wertemäßige Häufigkeitsverteilung für die zugehörige Radschlupfgröße  $\lambda_{ij}$  ermittelt. In Fahrversuchen wurde ein zu betrachtender Schlupfbereich, der durch einen minimalen und einen maximalen Schlupfwert beschrieben ist, ermittelt. Dieser Schlupfbereich wird der Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung zu Grunde gelegt. Er wird in eine vorgegebene Anzahl von Schlupfklassen unterteilt, die vorteilhafterweise äquidistante Breite, d.h. identische Intervalllänge aufweisen. Ebenso ist es denkbar, die Intervalllänge der einzelnen Schlupfklas-

sen an die zu erwartende Struktur der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung anzupassen, und in gewissen Bereichen schmalere und in gewissen Bereichen breitere Schlupfklassen zuzulassen, so wie dies beispielsweise in der ersten Ausführungsform angedeutet ist. Vorteilhafterweise sind die Schlupfklassen symmetrisch zum Schlupfwert „Null“ angeordnet. Die Schlupfklasse, die den minimalen Schlupfwert umfasst bzw. sich unmittelbar an diesen anschließt, wird als erste Schlupfklasse bezeichnet. Die Schlupfklasse, die den maximalen Schlupfwert umfasst bzw. sich unmittelbar an diesen anschließt, wird als letzte Schlupfklasse bezeichnet.

Wie der Darstellung in Figur 5 zu entnehmen ist, handelt es sich um ein zyklisches Verfahren. Dabei soll gelten, dass die Schritte 503 bis 509 einmal je Zykluszeit, die beispielsweise in der Größenordnung von 10 bis 100 Millisekunden liegt, durchlaufen werden. Somit liegen alle 10 bis 100 Millisekunden Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  vor, die zur Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung in die vorgegebenen Schlupfklassen einsortiert werden. Sofern der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges vorliegt, wird in jeder Zykluszeit die wertemäßige Häufigkeitsverteilung aktualisiert und ausgewertet. Die Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung erfolgt vorteilhafterweise für jedes der Fahrzeugräder, was bedeutet, dass auch für jedes der Fahrzeugräder das Einsortieren der entsprechenden Radschlupfgröße erfolgt.

Die Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung erfolgt mit Hilfe der bereits erwähnten Schlupfklassenzähler  $\lambda_{ktabij}$ , wobei für jedes der Fahrzeugräder ein eigener Schlupfklassenzähler vorgesehen ist. Bei den einzelnen Schlupfklassenzählern handelt es sich vorteilhafterweise um mehrdimensionale Größen, sogenannte Vektorgrößen, die eine der Anzahl der Schlupfklassen entsprechende Anzahl von Zählerelementen auf-

weisen. Somit repräsentiert jedes einzelne Zählerelement die Auftretenshäufigkeit des Wertes der Radschlupfgröße in der zugehörigen Schlupfklasse, während der Schlupfklassenzähler an sich die wertemäßige Häufigkeitsverteilung der Werte der Radschlupfgrößen im gesamten Schlupfbereich repräsentiert.

Bei der nachfolgenden Beschreibung der der Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung zugrundeliegenden Vorgehensweise wird ein beliebiger Zeitpunkt und die zu diesem Zeitpunkt vorliegende Radschlupfgröße betrachtet. Sofern der Wert der ermittelten Radschlupfgröße innerhalb des durch den minimalen und den maximalen Schlupfwert definierten Schlupfbereiches liegt, wird ermittelt, innerhalb welcher Schlupfklasse die Radschlupfgröße liegt. Hierzu wird die Radschlupfgröße mit den beiden Bereichsgrenzen der Schlupfklassen verglichen. Das Zählerelement des Schlupfklassenzählers, welches zu der Schlupfklasse gehört, innerhalb deren Bereichsgrenzen die Radschlupfgröße liegt, wird inkrementiert. Somit führt die in die betreffende Schlupfklasse einsortierte Radschlupfgröße zu einer Werteänderung der durch das Zählerelement repräsentierten Auftretenshäufigkeit in dieser Schlupfklasse. Wird bei dem Vergleich der Radschlupfgröße mit dem minimalen und dem maximalen Schlupfwert festgestellt, dass der Wert der Radschlupfgröße kleiner als der minimale Schlupfwert ist, so wird das zu der ersten Schlupfklasse gehörende Zählerelement inkrementiert. Wird bei diesem Vergleich festgestellt, dass der Wert der Radschlupfgröße größer als der maximale Schlupfwert ist, so wird das zu der letzten Schlupfklasse gehörende Zählerelement inkrementiert.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei der erfindungsgemäßen Ermittlung der Reibwertgröße um ein zyklisches Verfahren. Aus diesem Grund ist bei der Ermittlung der einzelnen Auftretenshäufigkeiten und somit bei der Ermittlung der wertemäßi-

gen Häufigkeitsverteilung in geeigneter Art und Weise eine Normierung erforderlich, da die Summe aller Auftretenshäufigkeiten, d. h. die Summe der Werte der Zählerelemente eines Schlupfklassenzählers immer 100% ergeben muss.

Bei der Aktualisierung der Auftretenshäufigkeit einer Schlupfklasse, solch eine Aktualisierung ist dann erforderlich, wenn der Wert der Radschlupfgröße innerhalb dieser Schlupfklasse liegt, wird vorteilhafterweise der Wert der alten Auftretenshäufigkeit, d.h. der Wert, der vor der Aktualisierung vorlag, stärker gewichtet, als der hinzukommende Wert.

In dem sich an den Schritt 507 anschließenden Schritt 508 werden für die einzelnen Fahrzeugräder Radreibwertgrößen  $F_{uij}$  ermittelt. Die dabei zu Grunde liegende Vorgehensweise soll anhand der Figuren 6a, 6b und 6c beschrieben werden, wobei lediglich eines der Fahrzeugräder betrachtet werden soll, die Vorgehensweise ist jedoch für alle Fahrzeugräder identisch.

Figur 6a zeigt eine durch die Klassifizierung der für ein Fahrzeugrad ermittelten Radschlupfgrößen erhaltene wertemäßige Häufigkeitsverteilung, die für die Reibwertpaarung Rad/Straße charakteristisch ist. In Figur 6a sind auf der Abszisse die Schlupfklassen, beginnend mit der ersten und endend mit der letzten Schlupfklasse aufgetragen. Auf der Ordinate sind die Häufigkeiten  $h$  der einzelnen Schlupfklassen, die auch als Auftretenshäufigkeiten bezeichnet werden, aufgetragen. Das gesamte in Figur 6a dargestellte Diagramm stellt die für ein Fahrzeugrad ermittelte wertemäßige Häufigkeitsverteilung der zugehörigen Radschlupfgröße dar.

Für jedes der Fahrzeugräder läuft die Ermittlung der Radreibwertgröße  $F_{uij}$  wie folgt ab: Zunächst wird die Schlupfklasse

mit der größten Häufigkeit, d.h. mit der größten Auftretenshäufigkeit aller Schlupfklassen ermittelt. Anschließend wird ausgehend von der ersten Schlupfklasse in Richtung der Schlupfklasse mit der größten Auftretenshäufigkeit gehend, diejenige Schlupfklasse  $g_1$  ermittelt, für die als erste gilt, dass deren Auftretenshäufigkeit größer als ein vorgegebener Wert  $MUE\_HÄUFIGKEIT\_MIN$  ist. Für diese Schlupfklasse  $g_1$  wird deren mittlerer Schlupfwert  $\lambda_{g1}$  ermittelt. In entsprechender Weise wird ausgehend von der letzten Schlupfklasse in Richtung der Schlupfklasse mit der größten Auftretenshäufigkeit diejenige Schlupfklasse  $g_2$  ermittelt, für die als erste gilt, dass deren Auftretenshäufigkeit größer als der vorgegebene Wert  $MUE\_HÄUFIGKEIT\_MIN$  ist. Auch für diese Schlupfklasse  $g_2$  wird deren mittlerer Schlupfwert  $\lambda_{g2}$  ermittelt.

In einem nächsten Schritt wird ausgehend von den beiden Schlupfklassen  $g_1$  und  $g_2$  die Streubreite  $g$  der Radschlupfgröße gemäß folgender Beziehung ermittelt:

$$g = \lambda_{g2} - \lambda_{g1}.$$

Gemäß den vorstehenden Ausführungen müssen die Schlupfklassen eine dem vorgegebenen Wert  $MUE\_HÄUFIGKEIT\_MIN$  entsprechende Mindestauftretenshäufigkeit aufweisen, damit diese Schlupfklassen bei der Bestimmung der Schlupfstreuung, die durch die Streubreite  $g$  beschrieben wird, berücksichtigt werden

Mit Hilfe der beiden Größen Streubreite  $g$  und größte Auftretenshäufigkeit lässt sich das Muster der Radschlupfgröße, d.h. die wertemäßige Häufigkeitsverteilung beschreiben bzw. charakterisieren und somit eine Entscheidung darüber treffen, ob es sich um eine griffige oder eine rutschige Fahrbahn handelt. Und zwar ist es so, dass die wertemäßige Häufigkeitsverteilung bei einer griffigen Fahrbahn schmal und hoch ist,

wohingegen sie bei einer rutschigen Fahrbahn breit und flach ist.

Die Unterscheidung, ob es sich um eine griffige oder eine rutschige Fahrbahn handelt, wird anhand einer Grenzlinie, die die Funktion eines Entscheidungskriteriums erfüllt, vorgenommen. Figur 6b zeigt eine erste Grenzlinie. In Figur 6b ist in ein Koordinatensystem, auf dessen Abszisse die Streubreite  $g$  und auf dessen Ordinate die größte Auftretenshäufigkeit aufgetragen ist, eine parabelförmige Grenzlinie, die durch eine Funktionsgleichung der Form

$$h_{\text{Grenzlinie}} = P1 * g^2 + P2 * g + P3$$

beschrieben wird, eingezeichnet. Liegt das Wertepaar, welches sich aus der Streubreite  $g$  und der größten Auftretenshäufigkeit zusammensetzt, oberhalb dieser parabelförmigen Grenzlinie, so wird auf eine griffige Fahrbahn entschieden. Liegt dagegen das Wertepaar unterhalb der Grenzlinie, so wird auf eine rutschige Fahrbahn entschieden. Somit kann durch einen Vergleich des ermittelten Wertepaares mit den durch die Grenzlinie vorgegebenen Werten für jedes der Fahrzeugräder eine Radreibwertgröße  $F_{\mu i}$  ermittelt werden.

Eine zu der in Figur 6b dargestellten Grenzlinie alternative Grenzlinie ist Figur 6c zu entnehmen. Hierbei handelt es sich um eine durch mehrere Geradenstücke abschnittsweise definierte Grenzlinie. Die dargestellte Grenzlinie weist vier Geradenstücke auf, die durch fünf Stützstellen vorgegeben sind. Dies soll keine Einschränkung darstellen. Selbstverständlich können auch Grenzlinien mit zahlenmäßig mehr oder weniger Stützstellen verwendet werden. Auch können zur Approximation eines durch die Stützstellen vorgegebenen Kurvenverlaufes andere Funktionen als Geradenstücke verwendet werden, um die Stützstellen miteinander zu verbinden. Die zweite Grenzlinie

hat gegenüber der ersten Grenzlinie den Vorteil, dass der für die Auswertung benötigte Rechenaufwand geringer ist. Bei der zweiten Grenzlinie gilt ebenfalls die Einteilung, dass für Wertepaare, die oberhalb der Grenzlinie liegen, eine griffige und für Wertepaare, die unterhalb der Grenzlinie liegen, eine rutschige Fahrbahn anzunehmen ist.

Zusammenfassend kann somit festgehalten werden: Die Ermittlung der Radreibwertgrößen  $F_{pij}$  wird in Abhängigkeit einer ersten Größe, nämlich der Streubreite  $g$ , die die auf den Radschlupf bezogene Streuung der für die jeweilige Radschlupfgröße  $\lambda_{ij}$  ermittelten wertemäßigen Häufigkeitsverteilung beschreibt und einer zweiten Größe, die der größten Auftretenshäufigkeit aller zu der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung gehörenden Schlupfklassen entspricht, ermittelt. Der Wert der Radreibwertgrößen  $F_{pij}$  wird letztlich durch einen Vergleich der Werte der ersten und der zweiten Größe mit für griffige und rutschige Fahrbahnverhältnisse vorgegebenen Wertepaaren ermittelt.

Die vorstehend beschriebene Vorgehensweise bei der Ermittlung der Radreibwertgrößen  $F_{pij}$  kann wie folgt vorteilhafterweiser ergänzt werden, dabei soll diese vorteilhafterweise Ergänzung sowohl bei einer Auswertung, der die erste Grenzlinie zu Grunde liegt, als auch bei einer Auswertung, bei der die zweite Grenzlinie zu Grunde liegt, einsetzbar sein: Für die Schlupfklasse mit der größten Auftretenshäufigkeit wird der mittlere Schlupfwert ermittelt. Dieser mittlere Schlupfwert wird bei der Ermittlung der Radreibwertgrößen  $F_{pij}$  berücksichtigt, was dazu führt, dass zusätzlich zu dem Vergleich des Wertepaares, welches sich aus der Streubreite und der größten Auftretenshäufigkeit zusammensetzt, mit der Grenzlinie, eine weitere Bedingung für die Bewertung, ob eine griffige oder eine rutschige Fahrbahn vorliegt, ausgewertet wird.

In diesem Fall wird auf eine griffige Fahrbahn erkannt und der Radreibwertgröße  $F_{\mu ij}$  ein entsprechender Wert zugewiesen, wenn das ermittelte Wertepaar oberhalb der Grenzlinie liegt und vorstehender mittlerer Schlupfwert kleiner als ein Schwellenwert ist, der die Radschlupfverhältnisse bei einer aktiven Antriebsschlupfregelung repräsentiert, und vorstehender mittlerer Schlupfwert größer als ein Schwellenwert ist, der die Radschlupfverhältnisse bei einer aktiven Bremschlupfregelung repräsentiert. Sind nicht alle drei vorstehenden Bedingungen erfüllt, so liegt eine rutschige Fahrbahn vor und der Radreibwertgröße  $F_{\mu ij}$  wird ein entsprechender Wert zugewiesen.

An dieser Stelle sei nochmals auf die in Figur 6a dargestellte wertemäßige Häufigkeitsverteilung eingegangen. Die Form dieser Häufigkeitsverteilung zeigt, dass diese Häufigkeitsverteilungen quasi gemäß einer Gaußverteilung angeordnet sind. Demzufolge hat die Größe Streubreite den Charakter einer Standardabweichung. Sofern das erfindungsgemäße Verfahren in einem Steuergerät implementiert ist, welches über einen leistungsfähigen Prozessor bzw. Rechner verfügt, kann anstelle der Streubreite alternativ die Standardverteilung ermittelt und ausgewertet werden. Durch diese und eventuell weitere Maßnahmen würde sich ein Verfahren realisieren lassen, mit dem durch Auswertung einer wertemäßigen Häufigkeitsverteilung eine Reibwertgröße ermittelt werden kann, die nicht nur eine qualitative, sondern auch eine quantitative Aussage über den Zustand der Fahrbahn zulässt.

In einem sich an den Schritt 508 anschließenden Schritt 509 wird die Reibwertgröße  $F_{\mu}$  ermittelt. Hierzu wird zunächst durch Auswertung der dem Block 411 zugeführten Größen und Signale eine Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  ermittelt. Dies erfolgt mit Hilfe verschiedener im Block 411 abgelegter Plausibili-



tätsabfragen, mit denen unterschiedliche Teilmengen der dem Block 411 zugeführten Größen und Signale zur Plausibilitätsüberprüfung ausgewertet werden. Wie bereits im Zusammenhang mit Schritt 502 ausgeführt, ist der Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  nach der Initialisierung ein Wert zugewiesen, der aussagt, dass derzeit keine Reibwertinformation vorliegt. Sobald eine der nachfolgend aufgeführten Plausibilitätsabfragen erfüllt ist, wird der Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  ein Wert zugewiesen, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert. Ist dagegen keine der nachfolgenden Plausibilitätsabfragen erfüllt, so wird der Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  ein Wert zugewiesen, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert.

Im einzelnen handelt es sich um folgende Plausibilitätsabfragen, wobei zu beachten ist, dass es sich bei dem betrachteten Fahrzeug um ein Fahrzeug mit Heckantrieb handelt, weswegen es sich bei den Hinterrädern um die angetriebenen und bei den Vorderrädern um die nicht angetriebenen Räder handelt:

- Wurde für eines der Vorderräder auf eine rutschige Fahrbahn erkannt      UND  
  liegt der Wert der Größe  $\mu_{PlausVA}$  unter einem vorgegebenen Schwellenwert      UND
- ist der Bremslichtschalter betätigt      UND  
  liegt die Außentemperatur unter einem vorgegebenen Schwellenwert?
- Wurde für beide Vorderräder auf eine rutschige Fahrbahn erkannt      UND  
  liegt der Wert der Größe  $\mu_{PlausVA}$  unter einem vorgegebenen Schwellenwert      UND  
  liegt die Außentemperatur unter einem vorgegebenen Schwellenwert?

- Wurde für eines der Hinterräder auf eine rutschige Fahrbahn erkannt      UND  
  liegt der Wert der Größe  $\mu\text{PlausHA}$  unter einem vorgegebenen Schwellenwert      UND  
  liegt die Außentemperatur unter einem vorgegebenen Schwellenwert?
  
- Wurde für beide Hinterräder auf eine rutschige Fahrbahn erkannt      UND  
  liegt der Wert der Größe  $\mu\text{PlausHA}$  unter einem vorgegebenen Schwellenwert      UND  
  liegt die Außentemperatur unter einem vorgegebenen Schwellenwert?

Vorstehender Schwellenwert für die Außentemperatur liegt beispielsweise bei +10 °C. Ergänzend zu den vorstehend aufgeführten Plausibilitätsabfragen können auch Plausibilitätsabfragen berücksichtigt werden, bei denen beispielsweise die Größe  $F_{\text{Scheibenwischer}}$  ausgewertet wird, oder denen eine Auswertung zu Grunde liegt, mit der festgestellt wird, ob eine im Fahrzeug enthaltene Gierwinkelgeschwindigkeitsregelung aktiv ist oder ob eine im Fahrzeug enthaltene Antriebsschlupfregelung aktiv ist oder ob eine im Fahrzeug enthaltene Bremschlupfregelung aktiv ist.

In Abhängigkeit des Wertes der Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  wird dann die Reibwertgröße  $F_{\mu}$  ermittelt. Den nachfolgenden Ausführungen liegt dabei die Annahme zu Grunde, dass die Reibwertgröße  $F_{\mu}$ , wie dies bereits im Zusammenhang mit Figur 3 beschrieben wurde, sowohl eine für den Block 310 als auch eine für den Block 311 bestimmte Komponente enthält. Dies soll allerdings keine Einschränkung darstellen. Die nachfolgenden Ausführungen lassen sich auch auf den Fall anwenden bzw. ü-

bertragen, dass für die beiden Blöcke 310 und 311 eine einzige Reibwertgröße  $F_{\mu}$  verwendet wird.

Wie bereits im Zusammenhang mit Schritt 502 ausgeführt, ist der für den Block 310 bestimmten Komponente der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  nach der Initialisierung ein Wert zugewiesen, der aussagt, dass derzeit keine Reibwertinformation vorliegt. Nachfolgend wird diese Komponente der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  der Einfachheit halber als Umschaltkomponente bezeichnet. Weist direkt im Anschluss an diesen Initialisierungszustand die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  einen Wert auf, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert, so wird der Umschaltkomponente ein Wert zugewiesen, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert. Weist im Anschluss an diese Wertzuweisung die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  einen Wert auf, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert, so wird der Umschaltkomponente unmittelbar ein Wert zugewiesen, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert. Gleichzeitig wird einem Streckenzähler ein erster Streckenwert zugewiesen, der beispielsweise in der Größenordnung von 500 Meter liegt. Weist direkt im Anschluss an den Initialisierungszustand die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  einen Wert auf, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert, so wird der Umschaltkomponente unmittelbar ein Wert zugewiesen, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert. Auch in diesem Fall wird dem Streckenzähler der erste Streckenwert zugewiesen. Verallgemeinert kann festgehalten werden: Weist die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  einen Wert auf, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert, so wird der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  unmittelbar ein Wert zugewiesen, der ebenfalls eine rutschige Fahrbahn repräsentiert.

Für den Fall, dass nachdem der Umschaltkomponente der Wert zugewiesen wurde, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert, die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  einen Wert aufweist, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert, wird die Umschaltung der Um-

schaltkomponente auf den Wert, der die griffige Fahrbahn repräsentiert, erst dann vorgenommen, wenn das Fahrzeug eine vorgegebene Fahrtstrecke, die dem ersten Streckenwert entspricht, zurückgelegt hat und während dieser Fahrtstrecke der Wert der Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  nicht mehr gewechselt hat.

Sollte während das Fahrzeug die dem ersten Streckenwert entsprechende Fahrtstrecke zurücklegt, die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  erneut einen Wert aufweisen, der einer rutschigen Fahrbahn entspricht, so wird dem Streckenzähler ein zweiter Streckenwert, der größer als der erste Streckenwert ist, zugewiesen. Der zweite Streckenzähler liegt in der Größenordnung von 1000 Meter. Dadurch wird erreicht, dass wenn die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  erneut den Wert annimmt, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert, das Fahrzeug eine längere Fahrtstrecke zurücklegen muss, ehe der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  erneut der Wert zugewiesen wird, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: Ein Wechsel der Umschaltkomponente von einem Wert, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert zu einem Wert, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert, erfolgt unmittelbar, d.h. ohne dass das Fahrzeug eine vorgegebene Fahrtstrecke absolvieren muss und somit ohne bewusst herbeigeführte Zeitverzögerung. Dagegen erfolgt ein Wechsel der Umschaltkomponente von einem Wert, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert zu einem Wert, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert, mit einer zeitlichen Verzögerung, die von der vom Fahrzeug zurückgelegten Fahrtstrecke abhängt. Dabei ist die vom Fahrzeug zurückzulegende Fahrtstrecke unterschiedlich lang, und hängt davon ab, ob es sich um ein einmaliges oder um ein wiederholtes Umschalten der Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  zwischen einem Wert der eine griffige Fahrbahn

repräsentiert und einem Wert, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert, handelt.

Wie bereits im Zusammenhang mit Schritt 502 ausgeführt, ist der für den Block 311 bestimmten Komponente der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  nach der Initialisierung ein Wert zugewiesen, der aussagt, dass derzeit keine Reibwertinformation vorliegt. Nachfolgend wird diese Komponente der Reibwertgröße  $F_{\mu}$  der Einfachheit halber als Anzeigekomponente bezeichnet. Weist direkt im Anschluss an diesen Initialisierungszustand die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  einen Wert auf, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert, so wird der Anzeigekomponente ein Wert zugewiesen, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert. Weist im Anschluss an diese Wertzuweisung die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  einen Wert auf, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert, so wird erst nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer der Anzeigekomponente ein Wert zugewiesen, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert. Weist während dieser Zeitdauer die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  erneut einen Wert auf, der einer griffigen Fahrbahn entspricht, so bleibt für die Reibwertgröße  $F_{\mu}$  der Wert, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert, erhalten. Mit anderen Worten: Die Umschaltung der Anzeigekomponente von einem Wert, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert auf einen Wert, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert, erfolgt nur dann, wenn die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  für eine vorgegebene Zeitdauer den Wert aufweist, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert. Weist direkt im Anschluss an den Initialisierungszustand die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  einen Wert auf, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert, so wird auch in diesem Fall erst nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer der Anzeigekomponente ein Wert zugewiesen, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert. Auch in diesem Fall bleibt dann, wenn die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  während dieser Zeitdauer erneut einen Wert aufweist, der einer griffigen Fahrbahn entspricht, für die Reibwertgrö-

ße  $F_{\mu}$  der Wert, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert, erhalten. Für den Fall, dass nachdem der Anzeigekomponente der Wert zugewiesen wurde, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert, die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  einen Wert aufweist, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert, wird die Umschaltung der Anzeigekomponente auf den Wert, der die griffige Fahrbahn repräsentiert, erst dann vorgenommen, wenn das Fahrzeug eine durch einen dritten Streckenwert definierte Fahrtstrecke, die in der Größenordnung von 1000 Meter liegt, zurückgelegt hat und während dieser Fahrtstrecke der Wert der Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  nicht mehr gewechselt hat. Sollte während das Fahrzeug die dem dritten Streckenwert entsprechende Fahrtstrecke zurücklegt, die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  erneut einen Wert aufweisen, der einer rutschigen Fahrbahn entspricht, so wird nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer, während derer überprüft wird, ob die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  erneut ihren Wert wechselt, der Streckenzähler, mit dessen Hilfe überprüft wird, ob das Fahrzeug die dem dritten Streckenwert entsprechende Fahrtstrecke absolviert hat, zurückgesetzt. Folglich muss das Fahrzeug erneut diese Fahrtstrecke absolvieren. Wird während der vorgegebenen Zeitdauer festgestellt, dass die Zwischengröße  $F_{\mu\_Plaus}$  ihren Wert gewechselt hat und erneut den Wert einnimmt, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert, so wird das bereits laufende Absolvieren der vorgegebenen Fahrtstrecke fortgesetzt.

Für die Anzeigekomponente kann zusammenfassend festgehalten werden: Ein Wechsel der Anzeigekomponente von einem Wert, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert zu einem Wert, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert, erfolgt erst nach Ablauf einer vorgegebenen Zeitdauer und somit nur mit einer Zeitverzögerung. Auch ein Wechsel der Anzeigekomponente von einem Wert, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert zu einem Wert, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert, erfolgt nicht

unmittelbar. Auch dieser Wechsel erfolgt zeitverzögert und zwar erst dann, wenn das Fahrzeug eine vorgegebene Fahrtstrecke absolviert hat. Vorteilhafterweise wird dann, wenn durch die Größe FEAAZ angezeigt wird, dass ein Bremseneingriff zur Regelung der Gierwinkelgeschwindigkeit vorgenommen wird, die Ausgabe der Anzeigekomponente und somit die Darstellung des Symbols Schneeflocke unterdrückt.

Im Anschluss an den Schritt 509 wird erneut der Schritt 503 ausgeführt.

Abschließend werden das erfindungsgemäße Verfahren der ersten Ausführungsform und das erfindungsgemäße Verfahren der zweiten Ausführungsform gegenübergestellt und dabei Gemeinsamkeiten und Unterschiede dieser beiden Verfahren aufgezeigt. Beide Verfahren haben Folgendes gemeinsam: Während eines vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges werden zu verschiedenen Zeitpunkten Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  ermittelt. Für diese Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  oder für in Abhängigkeit dieser Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  ermittelter achsweiser Schlupfgrößen  $\lambda_{VA}$ ,  $\lambda_{HA}$  wird deren wertemäßige Häufigkeitsverteilung ermittelt. Durch Auswerten dieser wertemäßigen Häufigkeitsverteilung wird die Reibwertgröße  $F_\mu$  ermittelt. Diese Vorgehensweise ist so zu verstehen, dass sowohl die Ermittlung der Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  als auch die Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung während des vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges erfolgt, wobei das Vorliegen der Radschlupfgrößen  $\lambda_{ij}$  Grundlage für die Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilungen ist. Um sicherzustellen, dass die durch Auswerten der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung ermittelte Reibwertgröße  $F_\mu$  den jeweils zwischen Fahrbahn und Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwert möglichst gut wiedergibt, wird die wertemäßige Häufigkeitsverteilung nur für Radschlupfgrößen

Ben ermittelt, die bei einem vorgegebenen Betriebszustand des Fahrzeuges vorliegen. Dies bedeutet allerdings nicht zwangsläufig, dass die Radschlupfgrößen nur, d.h. ausschließlich bei Vorliegen des vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges ermittelt werden. Dies kann, muss aber nicht so sein. So können die Radschlupfgrößen permanent ermittelt werden und nur bei Vorliegen des vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges wird deren wertemäßige Häufigkeitsverteilung ermittelt und ausgewertet, so wie dies beispielsweise der zur zweiten Ausführungsform gehörenden Figur 5 zu entnehmen ist. Diese Vorgehensweise bietet sich insbesondere dann an, wenn die Radschlupfgrößen beispielsweise von einem im Fahrzeug vorhandenen Schlupfregelsystem bereit gestellt werden. Alternativ kann die Ermittlung der Radschlupfgrößen ausschließlich dann erfolgen, wenn der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges vorliegt, wie dies beispielsweise der zur ersten Ausführungsform gehörenden Figur 2 zu entnehmen ist. Wobei angemerkt sein soll, dass auch bei der ersten Ausführungsform die permanente Ermittlung der Radschlupfgrößen möglich ist.

Was die Ermittlung und Auswertung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung angeht, so unterscheiden sich die erste und die zweite Ausführungsform wie folgt: Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der ersten Ausführungsform ist die Ermittlung und Auswertung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung zeitlich begrenzt. Beides wird innerhalb eines definierten Zeitfensters durchgeführt. Zudem wird die wertemäßige Häufigkeitsverteilung erst dann ermittelt, wenn der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges vorliegt. Diese Ermittlung wird abgebrochen, wenn während einer laufenden Ermittlung der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges nicht mehr vorliegt. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren der zweiten Ausführungsform wird dagegen die Ermittlung und Auswertung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung zeitlich unbegrenzt, d.h. konti-



nuierlich durchgeführt. Es ist kein Zeitfenster vorgegeben. Liegt der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges vor, dann wird die wertemäßige Häufigkeitsverteilung in Form einer Aktualisierung bzw. Fortschreibung ermittelt. Liegt während der laufenden Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung der Betriebszustand des Fahrzeuges nicht mehr vor, dann wird die Ermittlung der Häufigkeitsverteilung ausgesetzt bzw. unterbrochen aber nicht beendet. Sie wird nach erneutem Vorliegen des Betriebszustandes wieder fortgesetzt.

Bei beiden Ausführungsformen ist es denkbar, dass für den Fall, dass der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges nicht vorliegt zumindest einer der Schritte Radschlupf ermitteln oder wertemäßige Häufigkeitsverteilung ermitteln oder Häufigkeitsverteilung auswerten, nicht ausgeführt wird.

Die in den Figuren 1, 3 und 4 mit Hilfe der Pfeile dargestellte Zuführung der verschiedenen Größen an die einzelnen Blöcke kann beispielsweise mittels eines im Fahrzeug enthaltenen CAN-Bus erfolgen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung einer Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ), die den zwischen Fahrbahn und Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwert repräsentiert, bei dem für wenigstens ein Fahrzeugrad eine Radschlupfgröße ( $\lambda_{ij}$ ), die den an diesem Fahrzeugrad vorliegenden Radschlupf beschreibt, ermittelt wird, und bei dem die Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) in Abhängigkeit der Radschlupfgröße ( $\lambda_{ij}$ ) ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass während eines vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges zu verschiedenen, insbesondere aufeinanderfolgenden Zeitpunkten Radschlupfgrößen ( $\lambda_{ij}$ ) ermittelt werden und für diese Radschlupfgrößen ( $\lambda_{ij}$ ) oder für in Abhängigkeit dieser Radschlupfgrößen ( $\lambda_{ij}$ ) ermittelter achsweiser Schlupfgrößen ( $\lambda_{VA}$ ,  $\lambda_{HA}$ ) deren wertemäßige Häufigkeitsverteilung ermittelt wird, wobei die Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) durch Auswerten dieser wertemäßigen Häufigkeitsverteilung ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Radschlupfgrößen in Abhängigkeit einer Geschwindigkeitsgröße ( $v_{ref}$ ) ermittelt werden, wobei bei der Er-

mittlung der Geschwindigkeitsgröße ( $v_{ref}$ ) zwischen einem Antriebsfall und einem Bremsfall unterschieden wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei der Ermittlung der Geschwindigkeitsgröße ( $v_{ref}$ ) eine Gradientenbegrenzung dergestalt durchgeführt wird, dass die zeitliche Änderung der zu ermittelnden Geschwindigkeitsgröße begrenzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zusätzlich eine Geschwindigkeitsänderungsgröße ( $a_{x_{Filt}}$ ), die das Beschleunigungs- und/oder Verzögerungsverhalten des Fahrzeuges beschreibt, und/oder eine Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße ( $\dot{\psi}_{fl}$ ), die die gefilterte Gierwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeuges beschreibt, ermittelt und bei der Ermittlung der Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) berücksichtigt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges durch eine Geschwindigkeitsänderungsgröße ( $a_{x_{Filt}}$ ) und/oder durch eine Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße ( $\dot{\psi}_{fl}$ ) definiert ist.
6. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass es sich bei dem vorgegebenen Betriebszustand des Fahrzeuges um eine Geradeausfahrt, bei der eine Mindestbeschleunigung oder eine Mindestverzögerung vorliegt, handelt.

7. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zusätzlich eine Geschwindigkeitsgröße ( $v_{ref}$ ), die die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit beschreibt, und/oder eine Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße ( $\dot{\psi}_{fl}$ ), die die gefilterte Gierwinkelgeschwindigkeit des Fahrzeuges beschreibt, und/oder eine Querbeschleunigungsgröße ( $a_y$ ), die die Querbeschleunigung des Fahrzeuges beschreibt, ermittelt und bei der Ermittlung der Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) berücksichtigt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der vorgegebene Betriebszustand des Fahrzeuges durch eine Geschwindigkeitsgröße ( $v_{ref}$ ) und/oder durch Gierwinkelgeschwindigkeitsgröße ( $\dot{\psi}_{fl}$ ) und/oder durch eine Querbeschleunigungsgröße ( $a_y$ ) definiert ist.
9. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass es sich bei dem vorgegebenen Betriebszustand des Fahrzeuges um eine mit einer Mindestgeschwindigkeit erfolgende Geradeausfahrt handelt.
10. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) durch Auswerten der für eine achsweise Schlupfgröße ( $\lambda_{VA}$ ,  $\lambda_{HA}$ ) ermittelten wertemäßigen Häufigkeitsverteilung ermittelt wird, wobei im Antriebsfall die für die angetriebene Achse ermittelte achsweise Schlupfgröße und im Bremsfall die für die nicht angetriebene Achse ermittelte achsweise Schlupfgröße ausgewertet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei Vorliegen kurzer Regeleingriffe einer Gierwinkelgeschwindigkeitsregelung die Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) durch Auswerten der für die Radschlupfgrößen ( $\lambda_{ij}$ ) ermittelten wertemäßigen Häufigkeitsverteilungen ermittelt wird.
12. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass für die Fahrzeugräder jeweils durch Auswertung der für die Radschlupfgrößen ( $\lambda_{ij}$ ) ermittelten wertemäßigen Häufigkeitsverteilungen Radreibwertgrößen ( $F_{\mu ij}$ ) ermittelt werden, wobei die Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) in Abhängigkeit der Radreibwertgrößen ( $F_{\mu ij}$ ) ermittelt wird.
13. Verfahren nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) in Abhängigkeit verschiedener Größen, zu denen die Radreibwertgrößen ( $F_{\mu ij}$ ) gehören, mittels Plausibilitätsabfragen ermittelt wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei den Plausibilitätsabfragen neben den Radreibwertgrößen ( $F_{\mu ij}$ ) ferner eine Größe ( $\mu_{\text{PlausVA}}$ ,  $\mu_{\text{PlausHA}}$ ), die ein Maß für den an der Vorderachse oder Hinterachse des Fahrzeuges in der vorliegenden Fahrsituation ausgenutzten Reibwert darstellt, und/oder eine Größe ( $FEAAZ$ ), die eine Information über den Zustand von im Fahrzeug enthaltenen Regelungs- und/oder Steuerungsvorrichtungen enthält, und/oder eine die Außentemperatur beschreibende Größe ( $T_{\text{außen}}$ ) und/oder eine von einem Regensensor stammende Größe ( $F_{\text{Regen}}$ ) und/oder eine den Betriebszustand des Scheibenwischers repräsentierende Größe ( $F_{\text{Scheibenwischer}}$ )

und/oder ein die Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer repräsentierendes Signal (BLS) berücksichtigt werden.

15. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei der Ermittlung der Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) eine Abschätzung des in der vorliegenden Fahrsituation ausgenutzten Reibwertes berücksichtigt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) mindestens zwei Werte einnimmt, wobei ein erster Wert eine rutschige Fahrbahn und ein zweiter Wert eine griffige Fahrbahn repräsentiert.
17. Verfahren nach Anspruch 16,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass bei einer Umschaltung zwischen den Werten die vom Fahrzeug zurückgelegte Fahrtstrecke und/oder eine Zeitbedingung berücksichtigt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 17,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Umschaltung von dem einen Wert, der eine rutschige Fahrbahn repräsentiert auf den anderen Wert, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert, erst dann vorgenommen wird, wenn das Fahrzeug eine vorgegebene Fahrtstrecke zurückgelegt hat.
19. Verfahren nach Anspruch 17,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Umschaltung von dem einen Wert, der eine griffige Fahrbahn repräsentiert auf den anderen Wert, der eine

rutschige Fahrbahn repräsentiert, erst dann vorgenommen wird, wenn eine vorgegebene Zeitdauer verstrichen ist.

20. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass während des vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges der maximale Wert einer Geschwindigkeitsänderungsgröße ( $a_{xFilt}$ ) ermittelt wird, wobei dieser Wert bei der Auswertung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung berücksichtigt wird.
21. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Radschlupfgrößen ( $\lambda_{ij}$ ) während des vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges lediglich für einen vorgegebenen Zeitraum, der durch eine Mindestzeitdauer und/oder eine Höchstzeitdauer definiert ist, ermittelt werden.
22. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine die Außentemperatur beschreibende Größe ( $T_{außen}$ ) und/oder eine Größe ( $F_{Scheibenwischer}$ ), die den Betrieb des Scheibenwischers repräsentiert, ermittelt wird, wobei bei Vorliegen einer in Abhängigkeit wenigstens einer dieser beiden Größen definierten Bedingung die Ermittlung der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung entfällt oder abgebrochen wird und statt dessen eine vorbestimmte Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) verwendet wird.
23. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die ermittelte wertemäßige Häufigkeitsverteilung mit vorgegebenen, für unterschiedliche Reibwertgrößen ermit-

telte Häufigkeitsverteilungen verglichen wird, wobei als Reibwertgröße diejenige Reibwertgröße ermittelt wird, die zu der vorgegebenen Häufigkeitsverteilung gehört, die der ermittelten wertemäßigen Häufigkeitsverteilung entspricht.

24. Verfahren nach Anspruch 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als weiteres Merkmal zur Unterscheidung der vorgegebenen Häufigkeitsverteilungen eine Geschwindigkeitsänderungsgröße ( $a_{xFilt}$ ) herangezogen wird.
25. Verfahren nach Anspruch 24,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass den vorgegebenen Häufigkeitsverteilungen jeweils ein Wertebereich für die Geschwindigkeitsänderungsgröße ( $a_{xFilt}$ ) zugeordnet ist, wobei während des vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges der maximale Wert einer Geschwindigkeitsänderungsgröße ( $a_{xFilt}$ ) ermittelt wird, und ein Vergleich der ermittelten wertemäßigen Häufigkeitsverteilung lediglich mit den vorgegebenen Häufigkeitsverteilungen vorgenommen wird, in deren Wertebereich für die Geschwindigkeitsänderungsgröße ( $a_{xFilt}$ ) der maximale Wert der Geschwindigkeitsänderungsgröße ( $a_{xFilt}$ ) liegt.
26. Verfahren nach Anspruch 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Wertebereich für die Radschlupfgrößen oder die achsweisen Schlupfgrößen in mehrere Schlupfklassen unterteilt ist, wobei bei dem Vergleich der ermittelten wertemäßigen Häufigkeitsverteilung mit den vorgegebenen Häufigkeitsverteilungen die für die einzelnen Schlupfklassen



vorliegenden Häufigkeiten miteinander verglichen werden.

27. Verfahren nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Ermittlung der Radreibwertgrößen ( $F_{\mu ij}$ ) in Abhängigkeit einer ersten Größe ( $g$ ), die die auf den Radschlupf bezogene Streuung der für die jeweilige Radschlupfgröße ( $\lambda_{ij}$ ) ermittelten wertemäßigen Häufigkeitsverteilung beschreibt und einer zweiten Größe, die der größten Auftretenshäufigkeit aller zu der wertemäßigen Häufigkeitsverteilung gehörenden Schlupfklassen entspricht, ermittelt wird.
28. Verfahren nach Anspruch 27,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Wert der Radreibwertgrößen ( $F_{\mu ij}$ ) durch einen Vergleich der Werte der ersten und der zweiten Größe mit für griffige und rutschige Fahrbahnverhältnisse vorgegebenen Wertepaaren ermittelt wird.
29. Vorrichtung zur Ermittlung einer Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ), die den zwischen Fahrbahn und Fahrzeugreifen vorliegenden Reibwert repräsentiert, wobei für wenigstens ein Fahrzeugrad eine Radschlupfgröße ( $\lambda_{ij}$ ), die den an diesem Fahrzeugrad vorliegenden Radschlupf beschreibt, ermittelt wird, und wobei die Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) in Abhängigkeit der Radschlupfgröße ( $\lambda_{ij}$ ) ermittelt wird,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass während eines vorgegebenen Betriebszustandes des Fahrzeuges zu verschiedenen, insbesondere aufeinanderfolgenden Zeitpunkten Radschlupfgrößen ( $\lambda_{ij}$ ) ermittelt werden und für diese Radschlupfgrößen ( $\lambda_{ij}$ ) oder für in Abhängigkeit dieser Radschlupfgrößen ( $\lambda_{ij}$ ) ermittelter

achsweiser Schlupfgrößen ( $\lambda_{VA}$ ,  $\lambda_{HA}$ ) deren wertemäßige Häufigkeitsverteilung ermittelt wird, wobei die Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) durch Auswerten dieser wertemäßigen Häufigkeitsverteilung ermittelt wird.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) einer Anzeigvorrichtung (105, 311) zugeführt wird, mit der die Information der Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) dem Fahrer dargestellt wird, und/oder  
dass die Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) anderen im Fahrzeug angeordneten Regelungs- und/oder Steuerungsvorrichtungen (106) zur Weiterverarbeitung zugeführt wird, und/oder  
dass die Reibwertgröße ( $F_{\mu}$ ) einem im Fahrzeug enthaltenen Warnsystem (310), welches mit Hilfe eines Navigationssystems den Straßenverlauf der vor dem Fahrzeug liegenden Strecke ermittelt und welches den Fahrer mit Hilfe einer Anzeigevorrichtung (105, 311) durch das Einblenden von Gefahrenstellen symbolisierenden Verkehrszeichen auf im Straßenverlauf befindliche Gefahrenstellen hinweist, zugeführt wird.
31. Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 in einem Warnsystem, welches mit Hilfe eines Navigationssystems den Straßenverlauf der vor dem Fahrzeug liegenden Strecke ermittelt und welches den Fahrer mit Hilfe einer Anzeigevorrichtung (105) durch das Einblenden von Gefahrenstellen symbolisierenden Verkehrszeichen auf im Straßenverlauf befindliche Gefahrenstellen wie Kurven und/oder Kreisverkehre und/oder Kreuzungen hinweist.

1/6

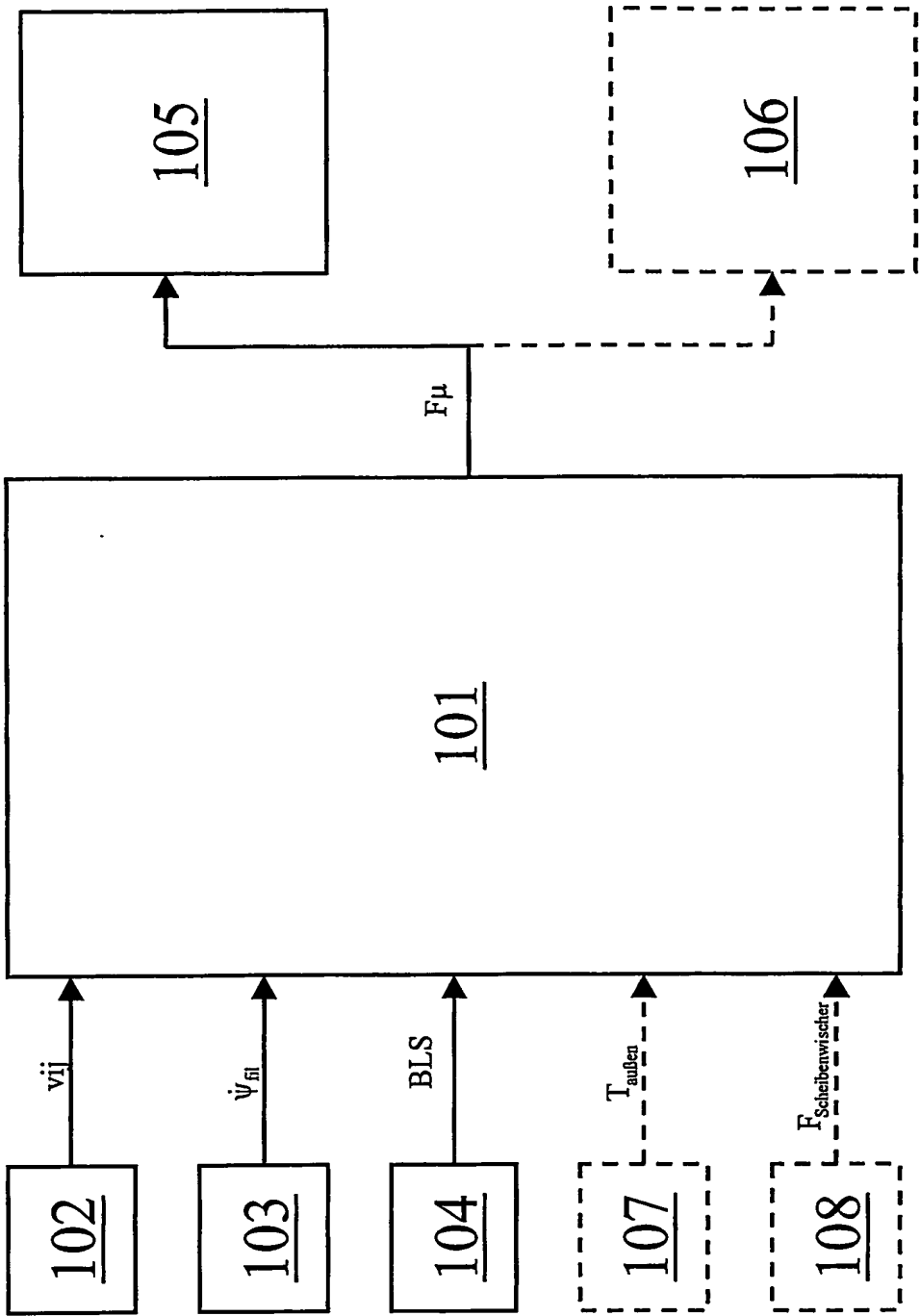


Fig. 1

2/6

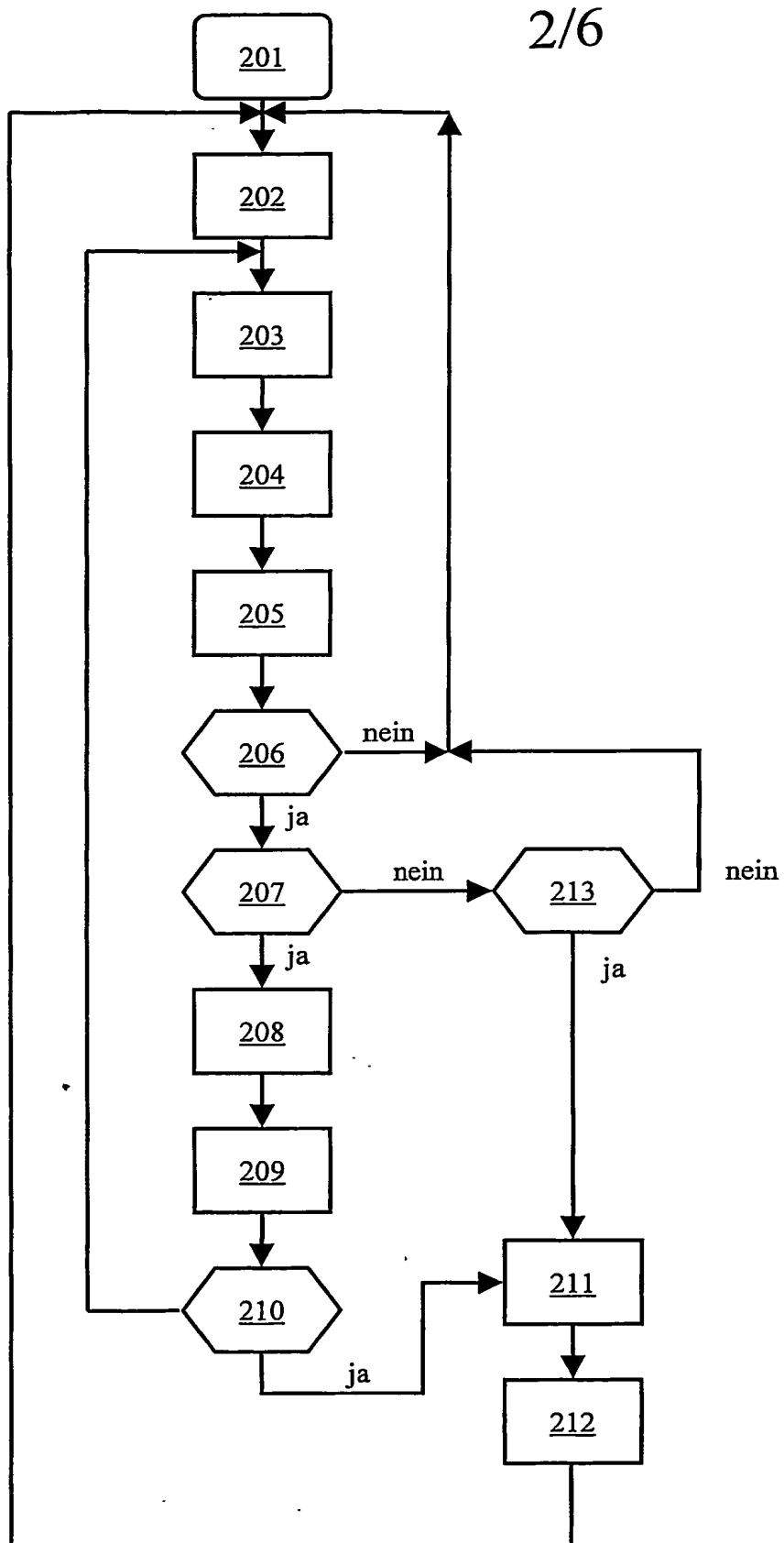


Fig. 2

3/6

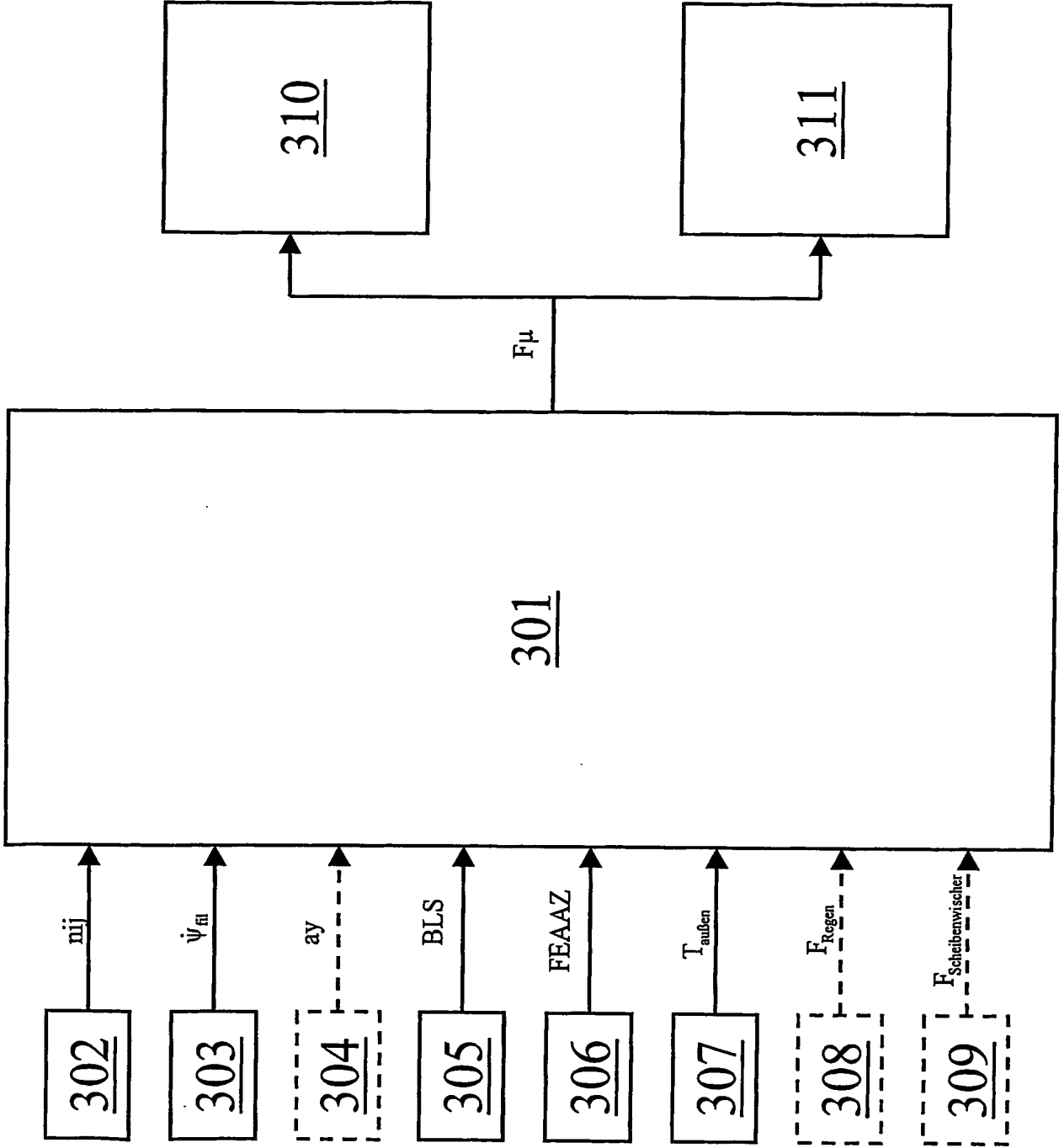


Fig. 3

4/6

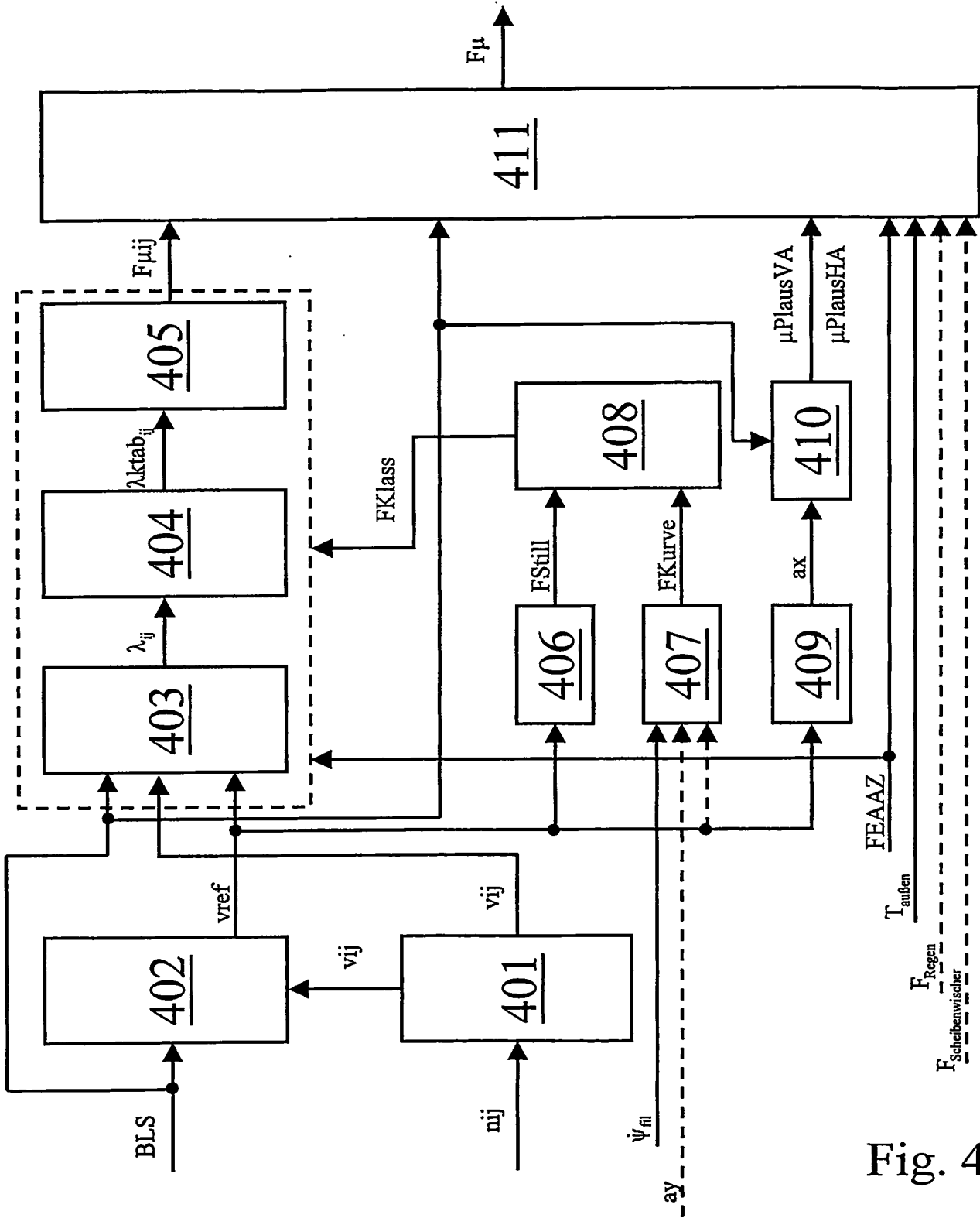


Fig. 4

5/6

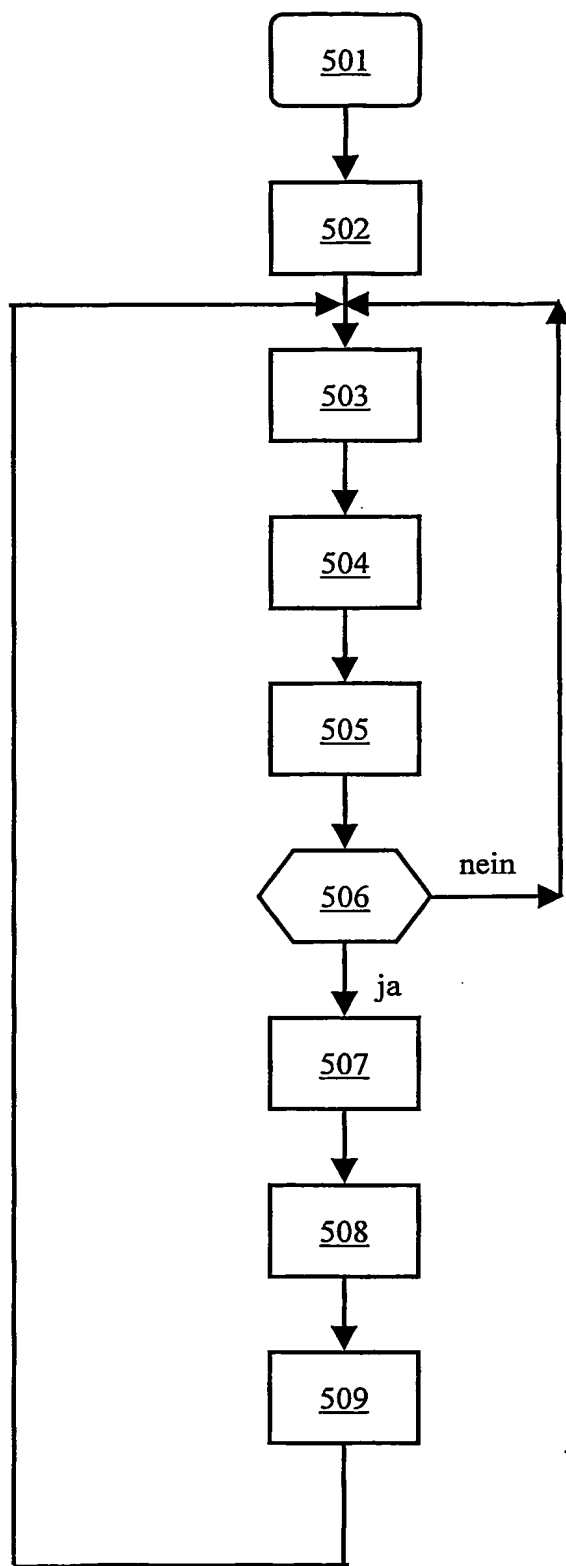


Fig. 5

6/6

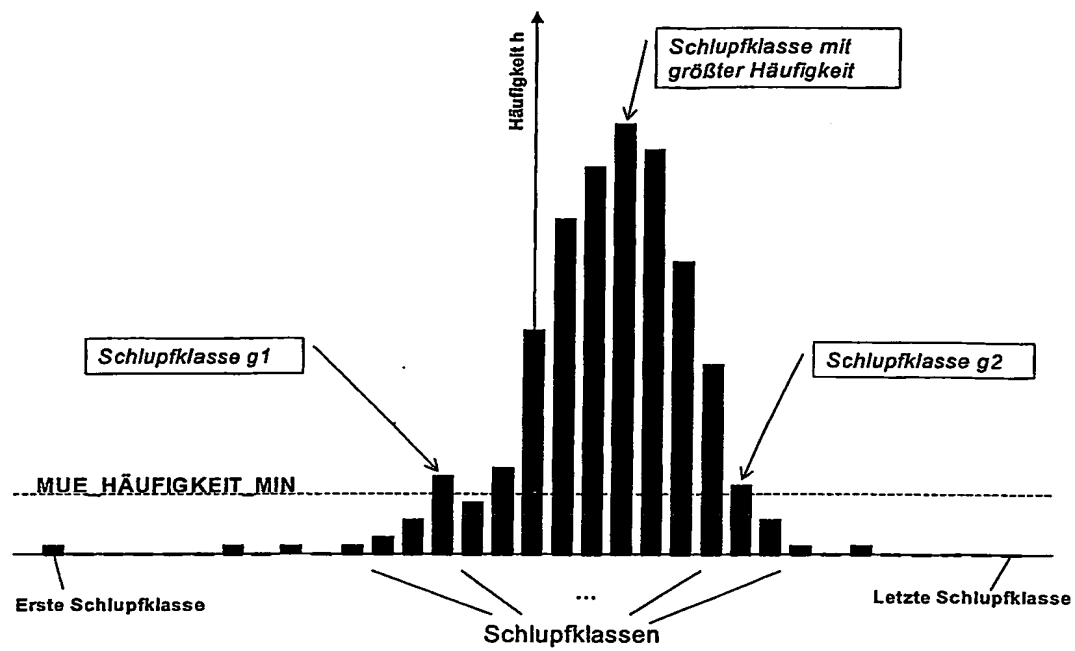


Fig. 6a

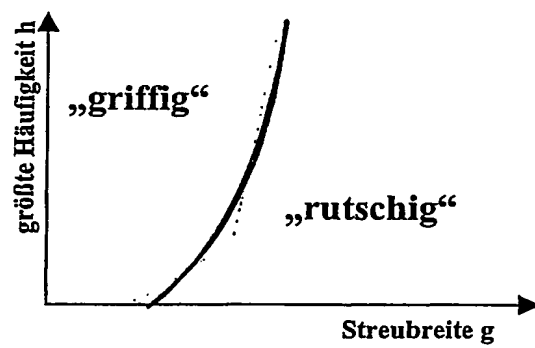


Fig. 6b

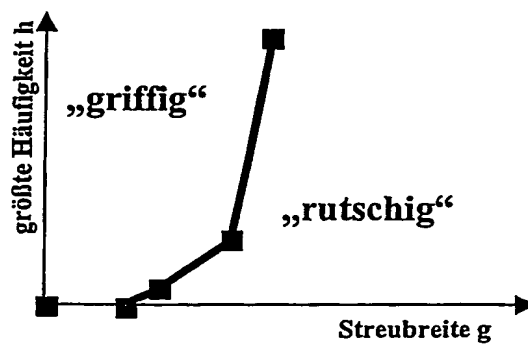


Fig. 6c



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/002916

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 B60T8/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B60T G01N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 050 126 A (MIYAZAKI NAGAO) 18 April 2000 (2000-04-18)	1, 12, 16, 23, 29, 30
Y	column 1, line 45 - line 50	2, 4-9, 15, 31
Y	----- DE 199 11 525 C (BOSCH GMBH ROBERT) 28 September 2000 (2000-09-28) column 1, line 21 - line 51	2
Y	----- US 5 862 503 A (WOERSDOERFER KARL-FRIEDRICK ET AL) 19 January 1999 (1999-01-19) column 6, line 36 - column 8, line 28	4-9
Y	----- DE 44 35 448 A (VOLKSWAGENWERK AG) 20 April 1995 (1995-04-20) cited in the application claim 1	15
----- -/-		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.</span> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>* &amp; * document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
2 July 2004	16/07/2004	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Colonna, M	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/002916

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 101 26 459 C (DAIMLER CHRYSLER AG) 16 January 2003 (2003-01-16) abstract	31
A	----- DE 197 54 162 A (ITT MFG ENTERPRISES INC) 25 March 1999 (1999-03-25) Das ganze Dokument -----	1,29,31

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/002916

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6050126	A	18-04-2000	JP 3256709 B2	12-02-2002
			JP 9089697 A	04-04-1997
			JP 9118210 A	06-05-1997
			JP 9118218 A	06-05-1997
			US 5979995 A	09-11-1999
			US 6164119 A	26-12-2000
			US 6311541 B1	06-11-2001
			DE 69630865 D1	08-01-2004
			EP 1403628 A2	31-03-2004
			EP 0788955 A2	13-08-1997
DE 19911525	C	28-09-2000	DE 19911525 C1	28-09-2000
			FR 2791143 A1	22-09-2000
US 5862503	A	19-01-1999	DE 19515046 A1	27-06-1996
			DE 19515047 A1	30-05-1996
			DE 19515048 A1	30-05-1996
			DE 19515051 A1	30-05-1996
			DE 19515053 A1	30-05-1996
			DE 19515056 A1	30-05-1996
			DE 19515057 A1	30-05-1996
			DE 19515058 A1	30-05-1996
			DE 19515060 A1	30-05-1996
			DE 19515061 A1	30-05-1996
			AU 4175896 A	19-06-1996
			AU 4175996 A	19-06-1996
			AU 4176096 A	19-06-1996
			AU 4176196 A	19-06-1996
			AU 4256196 A	19-06-1996
			AU 4256296 A	19-06-1996
			CN 1166810 A	03-12-1997
			CN 1166811 A ,B	03-12-1997
			CN 1166812 A	03-12-1997
			CN 1166813 A	03-12-1997
			CN 1167466 A	10-12-1997
			CZ 9701585 A3	12-11-1997
			CZ 9701586 A3	12-11-1997
			CZ 9701587 A3	12-11-1997
			CZ 9701588 A3	12-11-1997
			CZ 9701589 A3	17-12-1997
			DE 19515050 A1	30-05-1996
			DE 19515054 A1	30-05-1996
			DE 19515055 A1	30-05-1996
			DE 19515059 A1	30-05-1996
			DE 59504098 D1	03-12-1998
			DE 59507826 D1	23-03-2000
			DE 59508631 D1	14-09-2000
			DE 59509013 D1	15-03-2001
			DE 59510096 D1	11-04-2002
			WO 9616846 A1	06-06-1996
			WO 9616847 A1	06-06-1996
			WO 9616848 A1	06-06-1996
			WO 9616849 A1	06-06-1996
			WO 9616850 A1	06-06-1996
			WO 9616851 A1	06-06-1996
			EP 0792225 A1	03-09-1997
			EP 0792226 A1	03-09-1997
			EP 0792227 A1	03-09-1997

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/002916

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5862503	A		EP	0792228 A1	03-09-1997
			EP	0794885 A1	17-09-1997
			EP	0792229 A1	03-09-1997
			HU	77229 A2	02-03-1998
			HU	77226 A2	02-03-1998
DE 4435448	A	20-04-1995	DE	4435448 A1	20-04-1995
DE 10126459	C	16-01-2003	DE	10126459 C1	16-01-2003
DE 19754162	A	25-03-1999	DE	19754162 A1	25-03-1999
			WO	9915385 A1	01-04-1999
			JP	2001517579 T	09-10-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/002916

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B60T8/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B60T 601N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)  
EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 050 126 A (MIYAZAKI NAGAO) 18. April 2000 (2000-04-18)	1, 12, 16, 23, 29, 30
Y	Spalte 1, Zeile 45 - Zeile 50	2, 4-9, 15, 31
Y	DE 199 11 525 C (BOSCH GMBH ROBERT) 28. September 2000 (2000-09-28)	2
Y	US 5 862 503 A (WOERSDOERFER KARL-FRIEDRICK ET AL) 19. Januar 1999 (1999-01-19)	4-9
Y	DE 44 35 448 A (VOLKSWAGENWERK AG) 20. April 1995 (1995-04-20) in der Anmeldung erwähnt Anspruch 1	15

-/-



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. Juli 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/07/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Colonna, M

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002916

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 101 26 459 C (DAIMLER CHRYSLER AG) 16. Januar 2003 (2003-01-16) Zusammenfassung	31
A	DE 197 54 162 A (ITT MFG ENTERPRISES INC) 25. März 1999 (1999-03-25) Das ganze Dokument	1, 29, 31

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002916

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6050126 A	18-04-2000	JP 3256709 B2	12-02-2002
		JP 9089697 A	04-04-1997
		JP 9118210 A	06-05-1997
		JP 9118218 A	06-05-1997
		US 5979995 A	09-11-1999
		US 6164119 A	26-12-2000
		US 6311541 B1	06-11-2001
		DE 69630865 D1	08-01-2004
		EP 1403628 A2	31-03-2004
		EP 0788955 A2	13-08-1997
DE 19911525 C	28-09-2000	DE 19911525 C1	28-09-2000
		FR 2791143 A1	22-09-2000
US 5862503 A	19-01-1999	DE 19515046 A1	27-06-1996
		DE 19515047 A1	30-05-1996
		DE 19515048 A1	30-05-1996
		DE 19515051 A1	30-05-1996
		DE 19515053 A1	30-05-1996
		DE 19515056 A1	30-05-1996
		DE 19515057 A1	30-05-1996
		DE 19515058 A1	30-05-1996
		DE 19515060 A1	30-05-1996
		DE 19515061 A1	30-05-1996
		AU 4175896 A	19-06-1996
		AU 4175996 A	19-06-1996
		AU 4176096 A	19-06-1996
		AU 4176196 A	19-06-1996
		AU 4256196 A	19-06-1996
		AU 4256296 A	19-06-1996
		CN 1166810 A	03-12-1997
		CN 1166811 A ,B	03-12-1997
		CN 1166812 A	03-12-1997
		CN 1166813 A	03-12-1997
		CN 1167466 A	10-12-1997
		CZ 9701585 A3	12-11-1997
		CZ 9701586 A3	12-11-1997
		CZ 9701587 A3	12-11-1997
		CZ 9701588 A3	12-11-1997
		CZ 9701589 A3	17-12-1997
		DE 19515050 A1	30-05-1996
		DE 19515054 A1	30-05-1996
		DE 19515055 A1	30-05-1996
		DE 19515059 A1	30-05-1996
		DE 59504098 D1	03-12-1998
		DE 59507826 D1	23-03-2000
		DE 59508631 D1	14-09-2000
		DE 59509013 D1	15-03-2001
		DE 59510096 D1	11-04-2002
		WO 9616846 A1	06-06-1996
		WO 9616847 A1	06-06-1996
		WO 9616848 A1	06-06-1996
		WO 9616849 A1	06-06-1996
		WO 9616850 A1	06-06-1996
		WO 9616851 A1	06-06-1996
		EP 0792225 A1	03-09-1997
		EP 0792226 A1	03-09-1997
		EP 0792227 A1	03-09-1997

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002916

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5862503 A		EP 0792228 A1	03-09-1997
		EP 0794885 A1	17-09-1997
		EP 0792229 A1	03-09-1997
		HU 77229 A2	02-03-1998
		HU 77226 A2	02-03-1998
DE 4435448 A	20-04-1995	DE 4435448 A1	20-04-1995
DE 10126459 C	16-01-2003	DE 10126459 C1	16-01-2003
DE 19754162 A	25-03-1999	DE 19754162 A1	25-03-1999
		WO 9915385 A1	01-04-1999
		JP 2001517579 T	09-10-2001